TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 273 - JUNHO - 1957

CIMENTO SECIL

O CIMENTO PARA OBRAS DE GRANDE RESPONSABILIDADE

4 fornos rotativos — 300.000 toneladas anuais

Fábrica no Outão — Setúbal

Lisboa — Rua do Comércio, 56-3.°

Desde o Distrito de **VIANA DO CASTELO** ao de **LEIRIA** e nos Distritos de **SETÚBAL** e **ÉVORA** as

FÁBRICAS
CIDADES
VILAS e
ALDEIAS portuguesas

são abastecidas de

ELECTRICIDADE

para

FORÇA MOTRIZ E TODOS OS USOS INDUSTRIAIS, LUZ, ETC., a TARIFAS MUITO VANTAJOSAS e com as **maiores facilidades**,

pela

UNIÃO ELECTRICA PORTUGUESA

e produzidas nas CENTRAIS:

Thérmica do FREIXO .... 22.000 CV
Hidráulica do LINDOSO..... ... 100.000 CV
Thérmica da CACHOFARRA... 14.000 CV

Os Escritórios da UNIÃO ELÉCTRICA PORTUGUESA são:

NO PORTO Rua Duque de Loulé, 148
EM LISBOA Rua Rosa Araújo, 35

CAVAN

SOCIEDADE PORTUGUESA

POSTES DE BETÃO PARA LINHAS ELÉCTRICAS
MOSAICOS E AZULEJOS

COLUNAS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA
MANILHAS PARA ESGOTOS

RUA D. ESTEFÂNIA, 42
TELEF. 47812-50129
LISBOA

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Ano XXXI - N.º 273 Junho de 1957

Redacção e Administração: AVENIDA ROVISCO PAIS, I.S.T. * LISBOA-N. * TELEF. 77 01 44 (Linha 50)

DIRECTOR

JORGE DO NASCIMENTO VALÉRIO

ADMINISTRADOR

CARLOS MANUEL DE MEDEIROS PORTELA

SECRETÁRIO

RICARDO MANUEL SIMÕES BAYÃO HORTA

REDACTORES

JORGE AZEVEDO CIPRIANO
JOÃO MARTINS DE CARVALHO
LUÍS AIRES BARROS
MANUEL VAN'HOFF RIBEIRO
ORLANDO D'ALMEIDA PEREIRA

★

NUMERO AVULSO 12$50

ASSINATURAS:

	3 N.os	5 N.os	10 N.os
Continente e Ilhas	32$50	50$00	95$00
Ultramar Português e Espanha	—	55$00	100$00
Estrangeiro	—	80$00	110$00

★

EDITOR E PROPRIETÁRIO
ASS. DOS ESTUD. DO I.S.T.

★

COMPOSTO E IMPRESSO
NA
Tip. JORGE FERNANDES, L.DA
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Estufa Winkler, de pratos basculantes. Tem a função de fazer parar o processo de desagregação enigmática que se observa na transformação da cevada em malte. — Malteria — Companhia Produtora de Cerveja — Portugália.

Págs.

Nota sobre a lei de distribuição de Ahrens (Aplicação a um caso concreto)
Pelo Eng.º José Quintino Rogado 565

Notas informativas — **Elementos sobre a produção e consumo de energia na rede eléctrica nacional** 576

Réalisation d'une collone de distillation semi-industrielle
Par Pierre Laurent et Fraústo da Silva. 577

Papel da característica de fase na síntese de redes
Pelo Eng.º Manuel José Lopes da Silva 579

Estudo dos inertes da região de Lisboa
Por Úlpio Nascimento, Abel Simões e Coelho Nunes . . . 585

Do Mundo Técnico 614

Biblioteca 617

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SAO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

Índice Alfabético dos nossos anunciantes

A — Pág.

Agência Comercial, Ltd.ª XIII
Agência Geral de Material Eléctrico, Ltd.ª XII
A. Gestetner, Ltd.ª V
Ahlers, Lindley, Ltd.ª . . . XXXIV e XXXV
Alfredo Alves XLII
Atlantic — Fábrica Lusitana de Tintas e Vernizes, Limitada XL
António Baró XLVI
Auto Lusitânia XXXIII
Azevedo & Pessi, Ltd.ª X

B

Blackwood Hodge IV
Bouhon & Irmão, Ltd.ª XIII

C

Canelas & Figueiredo, Ltd.ª XXXVI
Cimento Secil . . . . . 2.ª da capa
Companhia de Cimentos Brancos . . VI
Companhia «Cimento Tejo» XLIII
Companhia União Fabril. XX
Construções Técnicas, Ltd.ª XI
C. Santos, Ltd.ª . . . . . VIII e XXXVII

D

D. Moura, Sucs., Lda. XXIII

E

Edmond Dardel II
Electro-Arco, Ltd.ª XXXIII
Emílio de Azevedo Campos & C.ª, Ltd.ª XIX
Empresa Electro Cerâmica VI
Empresa de Produtos Asfálticos. . . XLIV
Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ltd.ª . . . . . 3.ª da capa
Eng.º Augusto Cavaco XIII
Estabelecimentos Herold, Ltd.ª . . . XLV

F

Fábrica Metalúrgica e Construtora CARAVELA, Ltd.ª XXXVIII
Fábrica Portugal XLVIII

G

General Electric Portuguesa XXXI
Guedes & Santos Silva, Ltd. XIV

H

Henriques & Castro, Ltd.ª XI

I

INEL XXI
Indústrias Metálicas Dine, Ltd.ª . . . XXVIII
IST XLIX

J — Pág.

Jayme da Costa, Lda. XXV
J. B. Fernandes & C.ª, Lda. XXII

L

Leacock (Lisboa), Ltd.ª XV
Lusalite XXX

M

Mabor XIV
Manil L
Máquinas de Precisão, Ltd.ª X
Monteiro Gomes, Ltd.ª . . . XLIV e XLVII

N

NIKEX XVIII
Nordberg XLI

P

Papelaria Fernandes XXIX
P. Bellasi XVI
Pimentel & Cesquilho, Ltd.ª III

S

S. E. Moniz da Maia & Vaz Guedes, L.da XVII
SIMET XXII
SKF XXXIX
SMEIA IX
Sociedade Avanço, Lda. XXII
Sociedade Comercial Luso-Columbia XLIII
Sociedade Construtora Portuguesa, Ltd.ª I
Sociedade de Electricidade Brown Boveri . . . . . 4.ª da capa
Sociedade Ericsson de Portugal, Ltd.ª XIV
Sociedade Fabril de Matérias Plásticas XXIV
Sociedade Portuguesa Cavan . . . . 2.ª da capa
Sociedade Industrial Metalúrgica . XIII
Socotel . . . . . V e XXVII
Sondagens Ródio, Ltd.ª XIV
SOMEC V
SOMIPA XXXI
SOPECATE XLIV
Standard Eléctrica VII

T

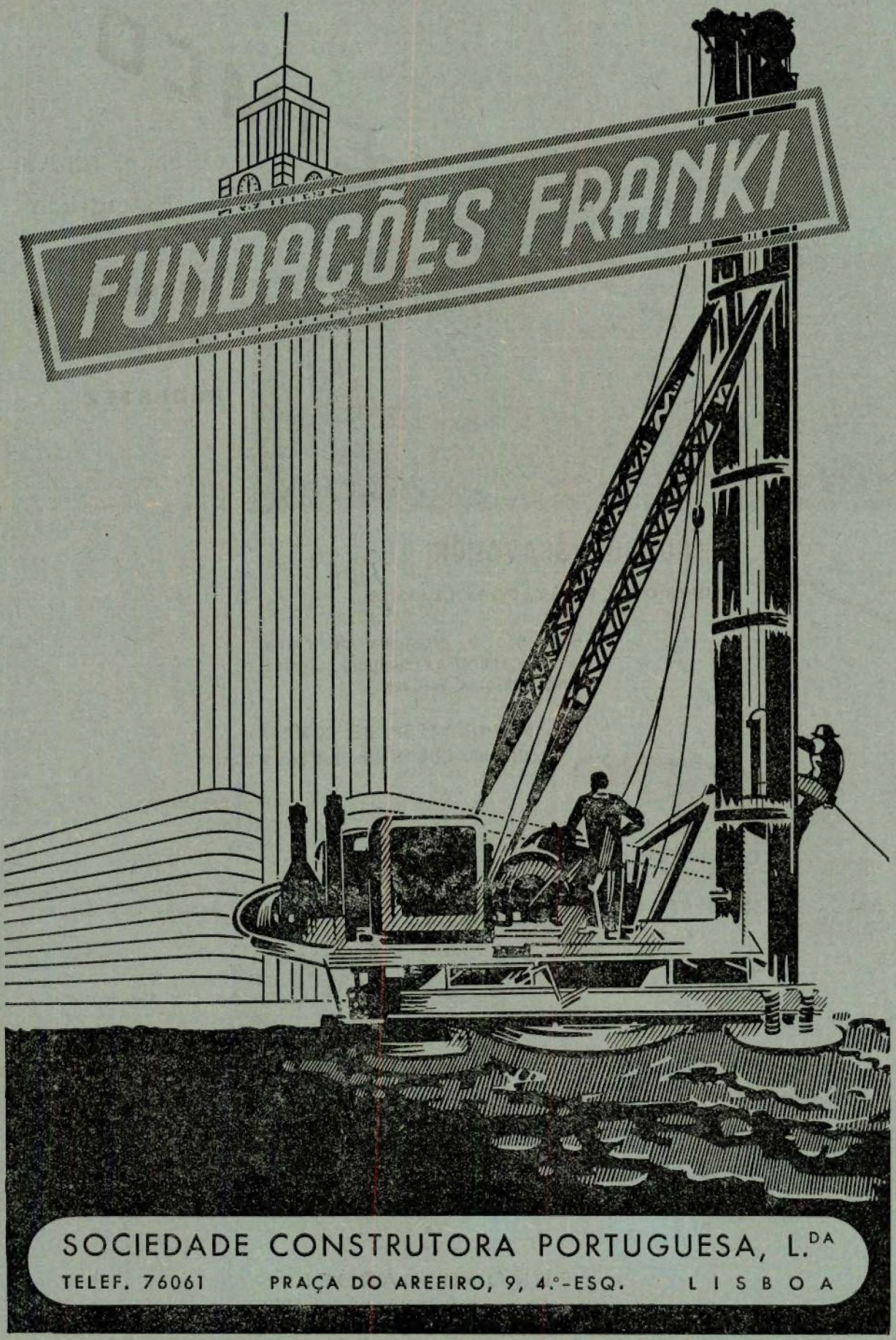
The Engineering Company of Portugal, Ltd.ª XXVI

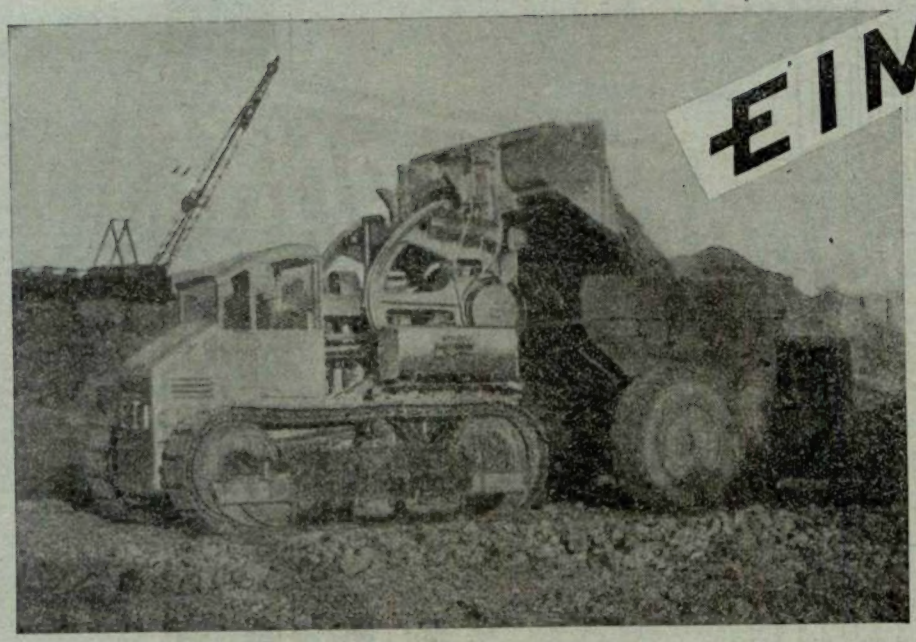
U

União Eléctrica Portuguesa . . . . . 2.ª da capa

V

Vitrofib XXXIII


FUNDAÇÕES FRANKI
SOCIEDADE CONSTRUTORA PORTUGUESA, L.DA
TELEF. 76061
PRAÇA DO AREEIRO, 9, 4.º-ESQ.
LISBOA



EIMCO

Rocker Shovel
Patenteado

SIMPLICIDADE

COMPACIDADE

ROBUSTEZ

peso 17.000 kg
balde 1.110 litros

TRACTOR ESCAVADOR 105

ATÉ AO

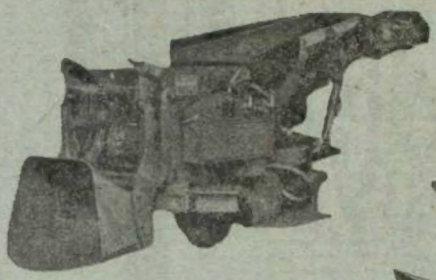
SUPERIOR A ESCAVADORA CLÁSSICA

Resolvendo o problema da carga tanto em pedreiras como em galerias e com qualquer veículo

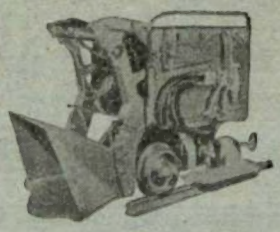
MÍNIMO VALOR DE COMPRA
MÍNIMO CUSTO DE CONSERVAÇÃO

ENERGIA pouco consumo { AR COMPRIMIDO / ELÉCTRICA / DIESEL

ao modelo 21 a ar comprimido corresponde o modelo 630 montado sobre lagartas



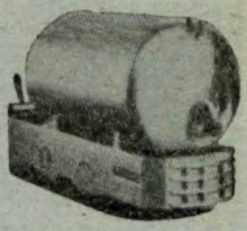
Modelo 40



Modelo 21

Modelo 12-B

Locomotiva a ar



TODA A GAMA DE CARREGADORAS SUBTERRÂNEAS

Milhares de unidades trabalhando em todo o Mundo

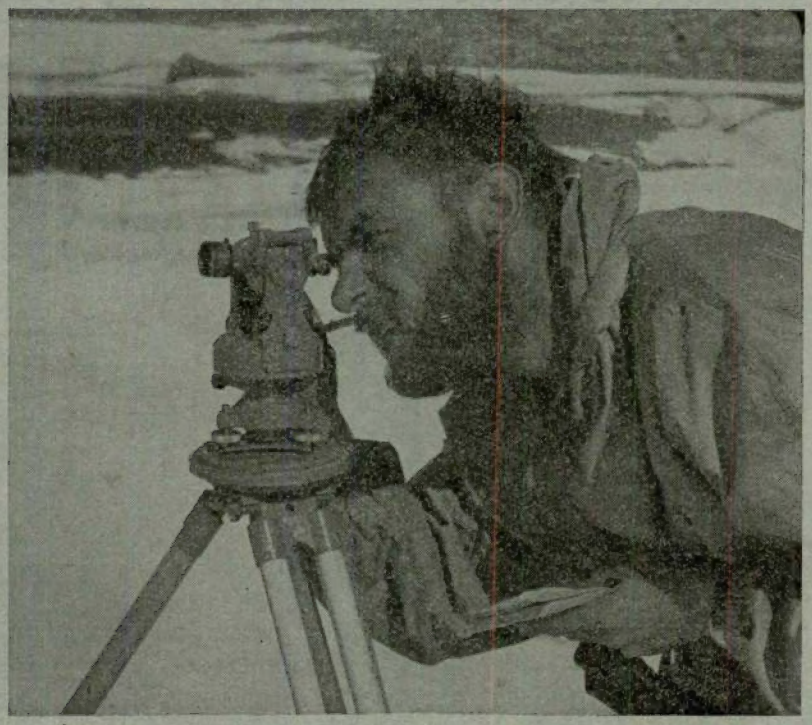
•

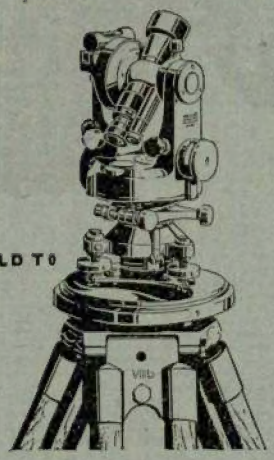
AGENTE EXCLUSIVO

EDMOND DARDEL

Rua Rodrigues Sampaio, 19-4.º-B — LISBOA

Telef. 4 2289





INSTRUMENTOS DE
ALTO RENDIMENTO
PARA
TOPOGRAFIA
GEODESIA
FOTOGRAMETRIA
MICROSCOPIA
DESENHO

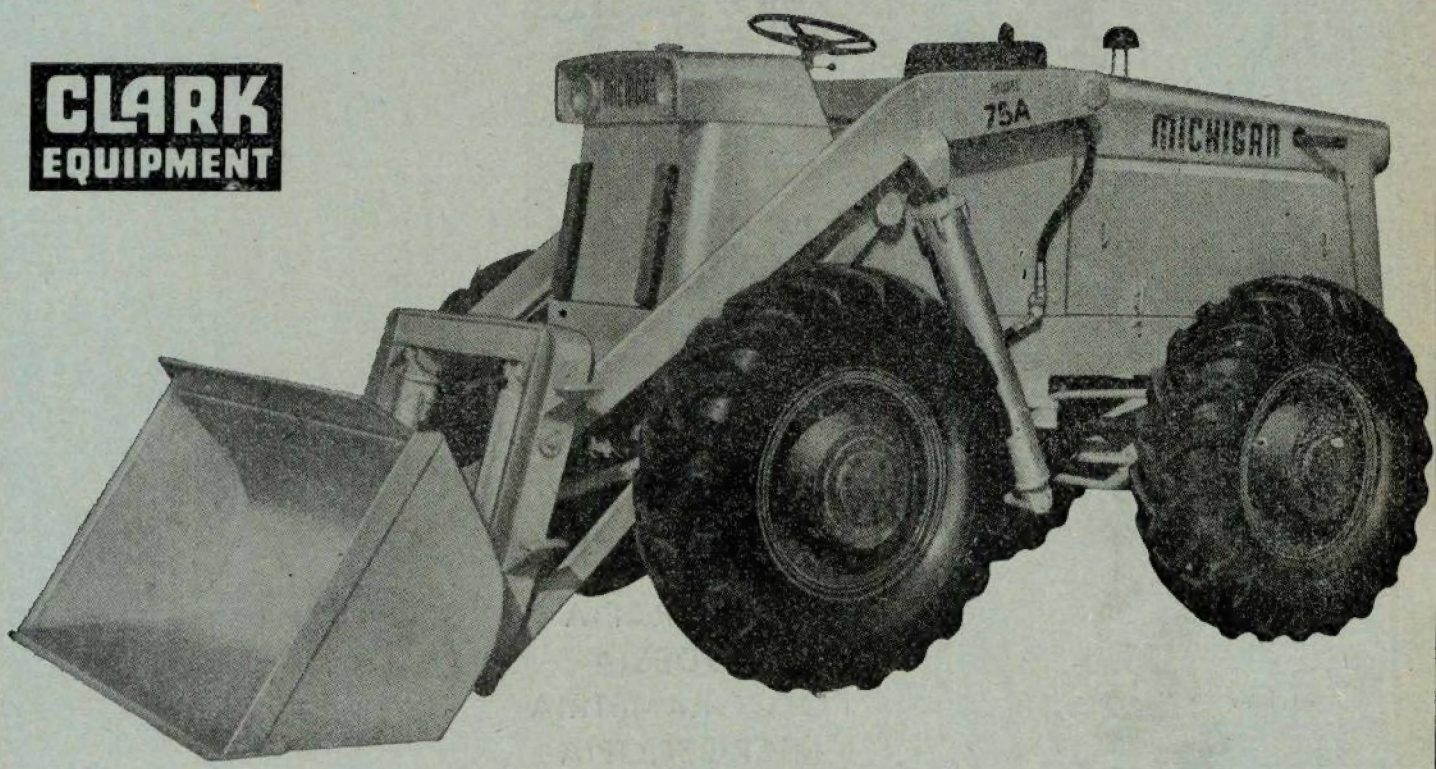
WILD
HEERBRUGG

A MARCA DE PRESTÍGIO INTERNACIONAL

PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA
R. DAS PORTAS DE SANTO ANTÃO, 75 — LISBOA
TELEFONE: 24314 • TELEGRAMAS: TECNA

tracto-carregador

CLARK
MIGHIGAN
U.S.A.



Mais «EXTRAS» são «STANDARD» no MICHIGAN do que em qualquer outro tracto-carregador.

- DOIS FARÓIS DIANTEIROS PLENOS DE LUZ
- MUDANÇAS DE TRANSMISSÃO SEMI-AUTOMÁTICAS
- CONVERSOR DE BINÁRIO — NÃO TEM EMBRAIAGEM
- MOVIMENTO DE BALDE INDEPENDENTE DA LANÇA
- CONTA HORAS DO MOTOR
- FILTROS DE ÓLEO PARA O MOTOR E CONVERSOR
- DOIS FARÓIS TRASEIROS
- DIRECÇÃO COM AJUDA HIDRÁULICA
- DESMULTIPLICAÇÃO NOS CUBOS DAS RODAS
- INDICADOR DA POSIÇÃO DO BALDE

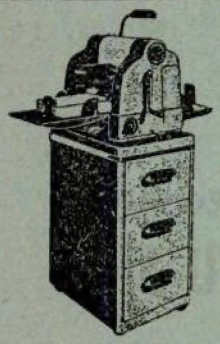
Motor Diesel 80 CV. — Duas velocidades de trabalho e duas de marcha, quer para a frente quer para trás — direcção às rodas traseiras — todas as rodas motoras — pneus 14 : 00 × 24 tipo terraplanagem — balde de 1 jarda cúbica, etc., etc.
Tudo isto torna o Michigan no campião de todos os tracto-carregadores de rodas ou de lagartas.

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS :

BLACKWOOD HODGE

AV. ALMIRANTE REIS, 247 — LISBOA

Telef. 72 59 48 - 72 59 84



DUPLICADORES

Manuais e eléctricos

Gestetner

OS MELHORES
DO MUNDO

A GESTETNER, L.DA

RUA DA CONCEIÇÃO, 125 Telefone 2 2628 - LISBOA | LARGO DO PADRÃO, 20, 1.º Telefone 2 3459 - PORTO

Válvulas indústriais
para todos os fluídos,
pressões
e temperaturas

174

De Roll

Société des Usines
de Louis de Roll S.A.
Fábricas de Klus, Klus (Suiça)

Representantes em Portugal:
Socotel, Lda.
Rua Sá da Bandeira, 651-4.º, Esq.
Porto — Telef. 27013

Sociedade Metropolitana e Colonial de Construções, L.da

SOMEC

R. Andrade Corvo, 29, 1.º — Lisboa Telefone 32795/6

Sondagens
Fundações
Betão armado
Trabalhos marítimos
Túneis

no Continente e Ultramar

O EMPREGO DO CIMENTO BRANCO...

permite acabamentos mais perfeitos, mais duradouros e muito mais económicos

Estude a vantagem do emprego do

CIMENTO BRANCO LUSO

Consulte os distribuidores gerais

No Sul: **SCIAL** — T. do Corpo Santo, 15 — Telef. 2 0464 — Lisboa
No Norte: **SCIAL** — R. do Bonjardim, 205 — Telef. 2 5779 — Porto

EMPRESA ELECTRO CERÂMICA — S. A. R. L.

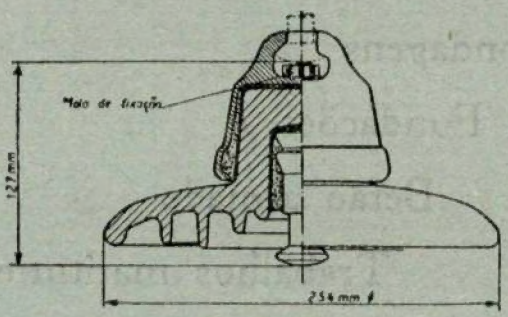
Candal — Gaia

ISOLADORES DE CADEIA

Para suspensão

Tipo ACS 25

Este isolador é igual ao tipo I. B. S. 99 da firma inglesa Taylor Tunnicliff & Co., Ltd., por acordo com a qual o fabricamos



Peso aproximado:
4,3 kg cada elemento

Materiais

Porcelana vidrada em castanho.
Campânulas de ferro fundido maleável, galvanizadas por imersão a quente.
Hastes de aço macio galvanizadas por imersão a quente.
Molas de fixação de bronze fosforoso.

Sede — Largo Barão de Quintela, 3 - LISBOA

Standard Electrica, S.A.R.L.

ASSOCIADA DA

"INTERNATIONAL TELEPHONE & TELEGRAPH CORPORATION"

NOVA YORK

PROJECTOS · FORNECIMENTOS · INSTALAÇÕES

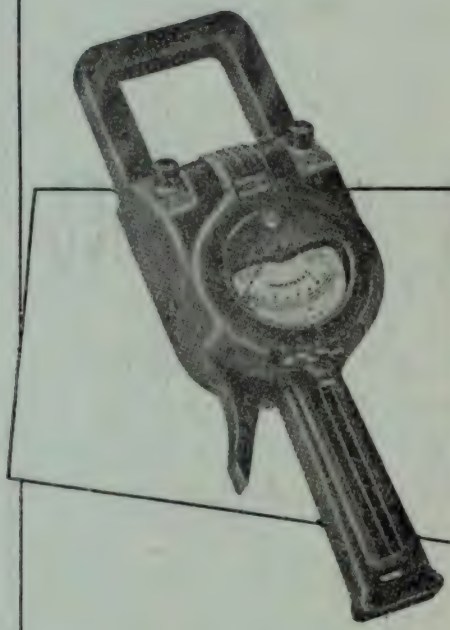
- Instalações de comutação telefónica, manuais e automáticas, de todos os sistemas e capacidades. Sistemas de comunicações por fios em altas frequências;
- Materiais de transmissão automática, por fios e por rádio;
- Material de rádiocomunicações para todas as aplicações em média, alta, muito alta, e ultra-alta frequência;
- Sistemas de antenas para aplicações gerais e especiais para rádiocomunicações, rádiodifusão e televisão;
- Equipamentos de rádiodifusão e televisão e respectivo material de estúdio e acessórios;
- Sistemas de sinalização e de comando, automáticos e manuais, intercomunicadores, amplificadores e aparelhagem acessória;
- Cabos e acessórios de todos os tipos, para energia, comunicações e altas frequências;
- Rectificadores de selénio de tipos especiais e gerais para todas as aplicações.

SERVIÇOS TÉCNICOS, COMERCIAIS E FÁBRICA

AV. DA INDIA LISBOA

TELEFONES 63 8171/6

PINÇAS FERRANTI



PINÇAS VOLT — AMPERIMÉTRICAS

7 ESCALAS

EM AMPÈRES	EM VOLTS
0 — 10 AMPS.	0 — 150 V
0 — 25 »	0 — 600 »
0 — 100 »	
0 — 250 »	
0 — 1000 »	

PINÇA WATTIMÉTRICA

7 ESCALAS

0 — 3 KW
0 — 6 »
0 — 12 »
0 — 30 »
0 — 60 »
0 — 120 »
0 — 300 »

REPRESENTANTES:

C. SANTOS LDA.

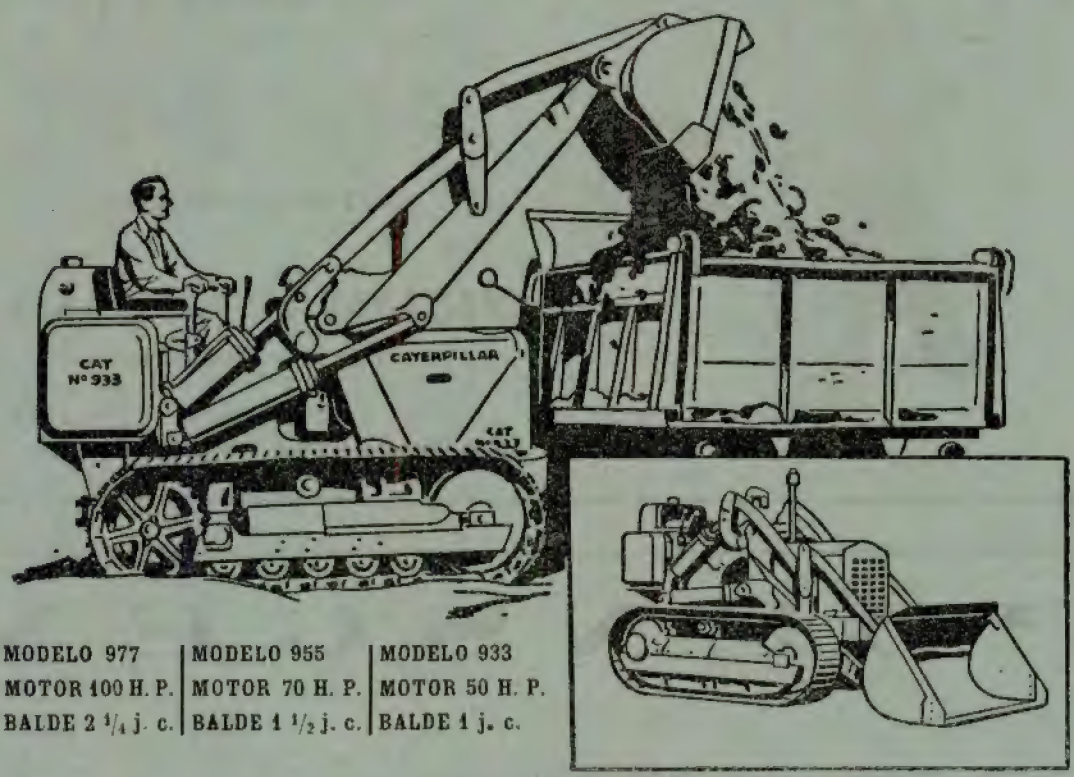
29, AVENIDA DA LIBERDADE, 41 — LISBOA

DIVISÃO MARÍTIMA E TÉCNICA
T. DA GLÓRIA, 17 — LISBOA
160, R. STA. CATARINA, 168 — PORTO

Caterpillar *

MARCA REGISTADA

As pás hidráulicas **Caterpillar,** modelos Traxcavator 977, 955 e 933 oferecem maior rendimento e duração



MODELO 977	MODELO 955	MODELO 933
MOTOR 100 H. P.	MOTOR 70 H. P.	MOTOR 50 H. P.
BALDE 2 1/4 j. c.	BALDE 1 1/2 j. c.	BALDE 1 j. c.

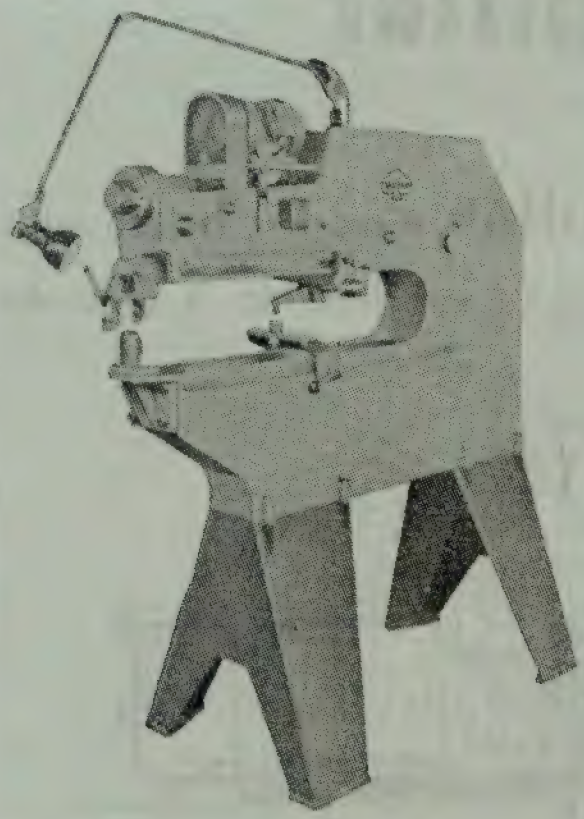
- Embraiagem em banho de óleo, que dura 5 vezes mais do que as vulgares embraiagens do tipo seco;
- Inclinação apropriada do balde que permite menores desperdícios de carga durante a elevação;
- Assento do operador em posição elevada, permitindo ver a área de trabalho, por cima do «capot»;
- Sistema hidráulico equipado com filtros eficazes;
- Rastos com sapatas de 3 garras;
- Motor de arranque a gasolina ou eléctrico.

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:

SMEIA

SOCIEDADE DE MECANIZAÇÃO INDUSTRIAL E AGRÍCOLA, S. A. R. L.
Avenida Padre Manuel da Nóbrega, 8-B — LISBOA
Telefones 72 40 53 4/5

* Caterpillar e CAT são marcas registadas.



TESOURAS UNIVERSAIS

«TRUMPF»

para trabalhar chapa até 9 mm, em aço inoxidável, cobre, alumínio, etc.

APLICAÇÕES ESPECIAIS

Faz recortes interiores de qualquer perfil, sem perfuração Nervura, embute e reborda, etc.

INDISPENSÁVEL EM SERRALHARIAS CIVIS, ESTALEIROS NAVAIS, FÁBRICAS DE CARROCERIAS, MÓVEIS, ETC.

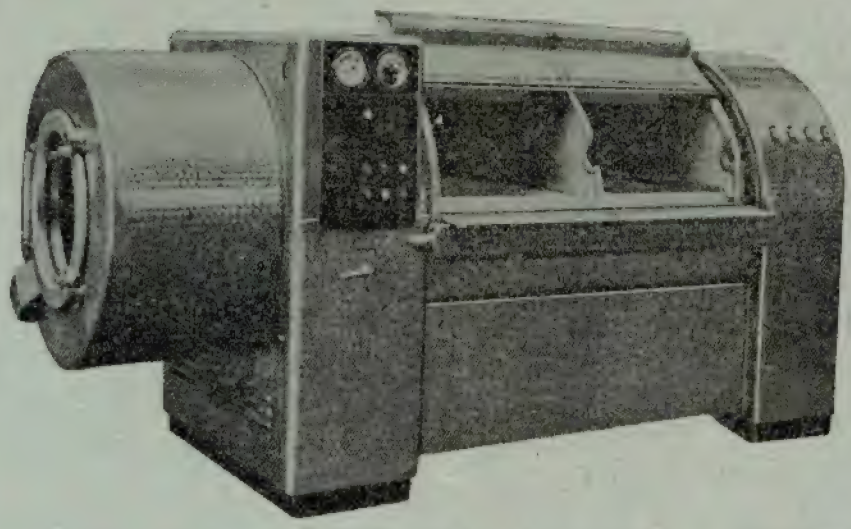
ENTREGA IMEDIATA

MÁQUINAS DE PRECISÃO, L.DA

(Eng.º J. d'Arriaga de Tavares)

LISBOA	PORTO	LUANDA
R. Boa Vista, 45-49	R. Sá da Bandeira, 629	Rua Direita, 148

POENSGEN



TÉCNICA PERFEITA

A MAIS MODERNA MAQUINARIA PARA

LAVANDARIAS

✦

ORÇAMENTOS

ESTUDOS

AZEVEDO & PESSI, LDA.

Rua Nova do Almada, 46 — LISBOA — Telefs. 20354 - 24495 - 29879

PISCINA DO HOTEL ATLÂNTICO
ESTORIL

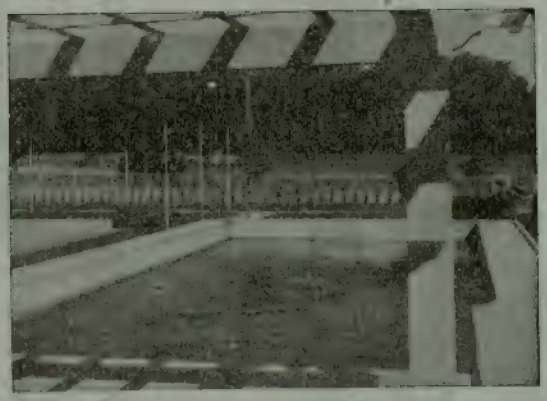
PETRIFICANTE E HIDRÓFUGO

À BASE DE CIMENTO

CEMPEXO

PINTURAS

PISCINA EM CARCAVELOS



DISTRIBUIDORES EM PORTUGAL

HENRIQUES & CASTRO, Lda.

AVENIDA CONDE DE VALBOM, 96 LISBOA

TELEF. 77 50 57 - 77 50 58

CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, L.DA

Praça do Município, 13, 3.º

LISBOA — Telefones 22344 e 27809

C. I. P.

Fundações do Edifício Principal da Feira das Indústrias Portuguesas

Execução de estacas inclinadas, de betão armado, moldadas no terreno, de $\phi = 500$ mm

Fundações

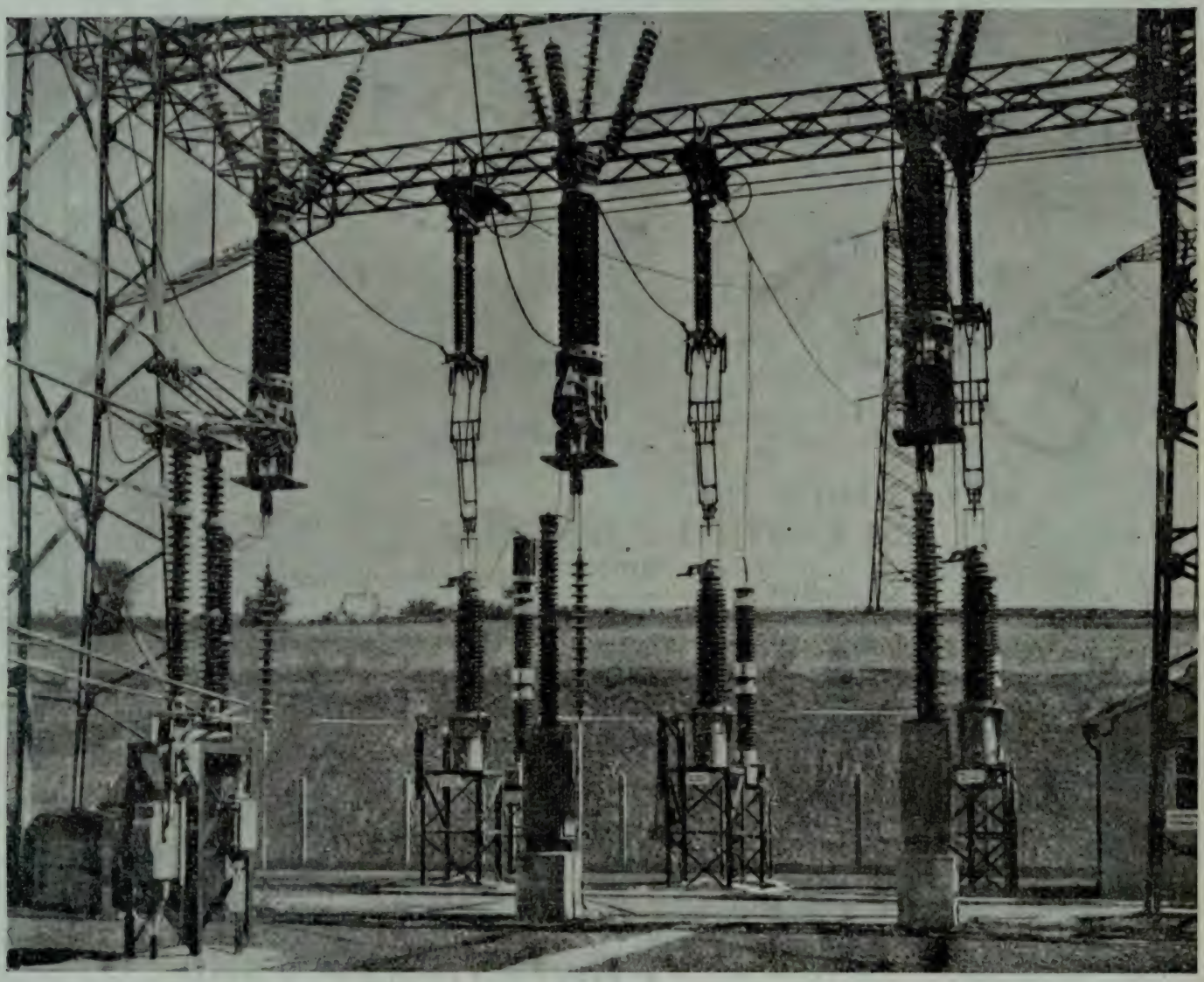
Construções Civis e Industriais

Betão Armado e Betão Pré-esforçado

Obras Públicas

DELLE

Ateliers de Constructions Electriques de la Compagnie Générale d'Electricité



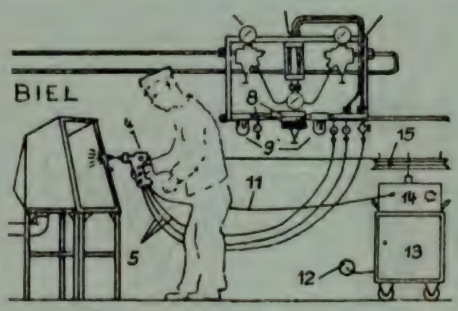
Disjuntor 220 KV suspenso

Subestação de Pratolaux

DELEGADOS

AGÊNCIA GERAL DE MATERIAL ELÉCTRICO, L.DA

Rua dos Industriais, 4-1.º (às Cortes) LISBOA Telefs. 66 06 92 / 66 60 82 / 66 06 04



METALIZAÇÃO «BIEL»

Aparelhagem tècnicamente perfeita

FABRICO ALEMÃO

Arames de aço e metais

PROJECTOS E ORÇAMENTOS GRÁTIS

DISTRIBUIDORES:

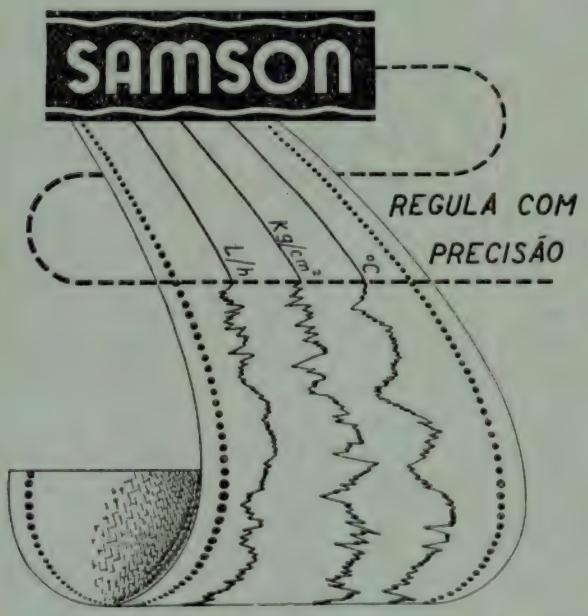
AGÊNCIA COMERCIAL, LDA.

LISBOA

Rua da Boa Vista, 76-1.º — Telef. 34759

SONDAGENS
FUNDAÇÕES
CAPTAÇÕES DE ÁGUA
REBAIXAMENTOS
DE NÍVEIS AQUÍFEROS

RUA RODRIGO DA FONSECA, 62-4.º D. · LISBOA · TELEF. 5 3873



TEMPERATURA, PRESSÃO E DÉBITOS
PARA VAPOR, ÁGUA, AR, ÓLEO E OUTROS FLUIDOS

BOUHON & IRMÃO, LTD.

EM LISBOA: Av. Júlio Diniz, 26, r/c Esq.
Telef.: 77 36 03, 77 86 85
NO PORTO: Rua Antero do Quental, 615
Telef. 4 0118 — 4 0119

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada

(REGISTADO)

■ ■ ■

SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

■ ■ ■

ESCRITÓRIO

Rua de S. Tiago, 13

LISBOA

Telefone 2 6572

SONDAGENS RÓDIO, L.DA

LISBOA

RUA S. MAMEDE AO CALDAS, 22, 3.º

Telefones: 2 8685 - 2 6865 ✦ Telegramas: SETANSOL

SONDAGENS GEOLÓGICAS
ESTUDOS GEOTÉCNICOS
ESTACAS GUNITA
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS
CONGELAÇÃO DO TERRENO
IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS HIDRÁULICAS
CONSOLIDAÇÃO DE FUNDAÇÕES
ABAIXAMENTO DO LENÇOL DE ÁGUA

—//—

Sócio gerente: **Walter Weyermann**-Eng. civil

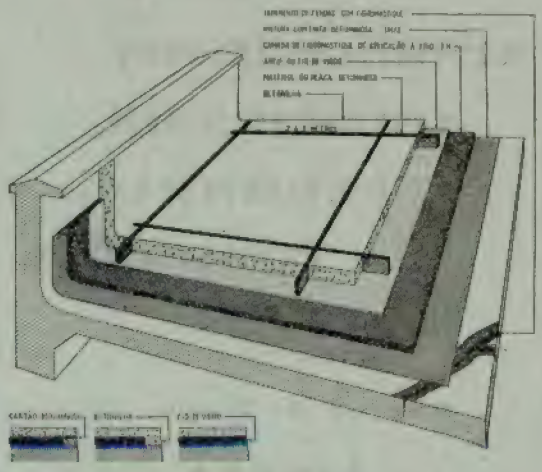
PNEUS PARA TODOS OS VEÍCULOS AUTOMOVEIS LIGEIROS E PESADOS

PNEUS PARA OS MAIS DIVERSOS SERVIÇOS CIVIS E MILITARES

MABOR

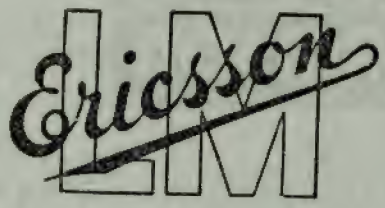
TODOS OS MATERIAIS PARA
IMPERMEABILIZAÇÃO
PRODUZIDOS PELO MESMO
FABRICANTE

Placas Betuminosas, Fibromastiques, Tintas Betuminosas, Mastiques, Emulsões, Colas, Cartões Betuminosos e Papéis Asfaltados



GUEDES & SANTOS SILVA, LDA.

R. de Pedrouços, 49 ● Tel. 61 13 16 ● LISBOA



- SISTEMAS TELEFÓNICOS DE TODOS OS TIPOS
- SISTEMAS DE SINALIZAÇAO
- SISTEMAS DE SONORIZAÇÃO
- APARELHAGEM DE MEDIDA E ENSAIO
- CONTADORES ELÉCTRICOS
- CABOS E APARELHAGEM TELEFÓNICA E ELÉCTRICA

PROJECTOS
MONTAGENS
REPARAÇÕES
ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Sociedade Ericsson de Portugal, L.da

R. Filipe Folque, 7, 1.º Tel. (P P C 2 linhas) 57193

LEACOCK (LISBOA), L.DA

AV. 24 DE JULHO, 16 — LISBOA

R. JOSÉ FALCÃO, 185 — PORTO

SECÇÃO DE MÁQUINAS E ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES DE:

THE RAWLPLUG COMPANY, LTD.
Material de fixação para construção civil e mecânica.

HOOVER, LTD.
Motores eléctricos desde 1/8 até 3/4 H. P., Monofásicos e Trifásicos.

VERITYS, LTD.
Motores eléctricos desde 1 até 125 H. P

J. A. CRABTREE & CO. LTD.
Material para instalações de luz: interruptores, fichas, tomadas, etc.
Material para instalações de força: arrancadores, disjuntores, caixas, etc.

TRANSFORMERS & WELDERS, LTD.
Transformadores de todos os tipos até à potência de 3000 K. V. A. e até à tensão de 33000 Volts.

BARTON CONDUITS, LTD.
Tubo de aço para instalações eléctricas.

EDWARD MAC BEAN & CO. LTD.
Tubo, fita e pano de tela envernizada.

MEASURING INSTRUMENTS (PULLIN), LTD.
Amperímetros, Voltímetros, Frequencímetros, Wattímetros de todos os tipos e escalas.

F. PERKINS, LTD.
Motores Diesel marítimos.

THE AUTOMATIC COIL WINDER AND ELECTRICAL EQUIPMENT CO, LTD.
Osciladores, capacímetros, texts universais, texts electrónicos, analisadores de válvulas, luxímetros, expositores para fotografias.
Máquinas para bobinar e enfitar.

GEORGE KENT
Contadores de água, de vapor e de óleo.
Tubos Venturi
Determinadores e controladores do pH, do CO_2 e pirómetros pelo processo potenciométrico.
Combustiómetros, manómetros, registadores de distâncias, medidores-registadores de caudais, medidores de orifícios em condutas para gases.

THORN ELECTRICAL INDUSTRIES, LTD.
Luz fluorescente e rádios.

ELECTRIC PANELS, LTD.
Aquecimento eléctrico

OERLIKON

Máquinas e aparelhos eléctricos de todo o género

Grupo de alternadores de 13.000 e 6.500 kVA, 750 rot/min. na central de Fätschbach, Glaris (Suíça), da Nordostschweiz Kraftwerke A. G., Baden.

P. BELLASI

Rua Sá da Bandeira, 494-3.º • Telefone 21968 • PORTO

Representante geral para Portugal e Ultramar dos

ATELIERS DE CONSTRUCTION OERLIKON • ZURICH 50 • (SUÍÇA)

TÉCNICA

DIRECTOR: JORGE DO NASCIMENTO VALÉRIO
ADMINISTRADOR: CARLOS MANUEL DE MEDEIROS PORTELA
SECRETÁRIO: RICARDO MANUEL SIMÕES BAYÃO HORTA

Ano XXXII - N.º 273 Junho de 1957

C. D. U. 622.7 : 622.341.1 : 519.271.3

NOTA SOBRE A LEI DE DISTRIBUIÇÃO DE AHRENS

(APLICAÇÃO A UM CASO CONCRETO)

PELO ENG.º DE MINAS (I. S. T.) JOSÉ QUINTINO ROGADO

Assistente do I. S. T.
Bolseiro do I. A. C.

1 — Introdução

O computo da reserva, a escolha e estruturação criteriosa dos métodos de desmonte, a avaliação da incidência das zonas de teores marginais e o estabelecimento «á priori» das características de certas operações de concentração, como sejam a lavra selectiva, a escolha manual, a separação com meios densos em calibres graudos, etc. conduzem a procurar conhecer certos carácteres médios dos jazigos, o que tem sido feito recorrendo à amostragem.

Esta operação não pode, evidentemente, ser exaustiva, pelo que haverá sempre que nos limitarmos a colher do jazigo amostra com dimensões reduzidas, mas, apesar disso, com probabilidade elevada de traduzir, com erro diminuto, os caracteres da totalidade do mesmo. E compreende-se que, ignorando a lei de dispersão dos caracteres do jazigo, seja muito difícil saber-se o valor de determinada amostragem. A regra geral tem sido ampliar, tanto quanto possível, a amostra dentro da dimensão considerada económica e, à medida que o conhecimento do jazigo progridir, estabelecer certos critérios empíricos sobre a variância dos teores que tenham incidência directa naquela dimensão.

Contudo, há poucos anos, a estruturação de uma lei estatística regendo a dispersão das espécies minerais, permitiu sair-se daquele esquema empírico e definir correctamente os critérios de amostragem.

Tal lei não é mais do que a conhecida distribuição lognormal.

Foi o francês F. Blondel [1] quem pela primeira vez mostrou que a repartição geográfica da produção mineral seguia a lei lognormal, isto é, o logarítmo da produção e não a produção constituia uma distribuição de Laplace-Gauss. Posteriormente, em 1954 L. H. Ahrens [2] enunciou a mesma lei para a repartição geral das espécies químicas nas rochas. Quere dizer, anàlogamente ao que acontecia com a produção mineral, o logarítmo dos teores de uma espécie constituia uma distribuição de Laplace-Gauss.

Recentemente esta mesma lei foi verificada para a distribuição dos teores na formação aurífera do Rand, e em alguns filões auríferos da África Ocidental Francesa [3], onde o logarítmo da possança vezes o teor em ouro se distribui, em qualquer dos casos, segundo a citada lei de probabilidade.

Segundo Alais e Matheron [4] este facto é uma consequência da lei de acção das massas e assim parece ser.

* * *

No decorrer deste ano, ao estudarmos alguns aspectos relacionados com a condução da lavra a céu-aberto e do tratamento físico dos minérios de ferro da concessão de Fragas da Carvalhosa (Moncorvo), fomos conduzidos ao problema de

determinar, nas camadas em exploração no jazigo (1):

(i) — A proporção das intercalações xisto-quartzosas estéreis;

(ii) — A proporção de ocorrência dos teores de Ferro;

(iii) — O teor médio em Ferro do conjunto das três camadas.

Na concessão em questão, o jazigo acha-se reconhecido por rede extensa de galerias, travessas e chaminés, ao longo das quais foi efectuada amostragem sistemática e, além disso, pelas sondagens efectuadas.

Também os serviços da mina realizaram a amostragem diária sistemática das frentes o que permitiu estabelecer o perfil virtual médio dos desmontes.

Quer dizer, os elementos de que se dispõe são suficientemente abundantes para caracterizarem o jazigo.

Ora estes mesmos elementos e a experiência diária do desmonte mostram que o teor médio em Ferro das camadas exploradas, excluídas as intercalações xisto-quartzosas mais ou menos estéreis, é elevado relativamente ao teor em Ferro da Hematite pura, o que permite concluir que, naquelas, a dispersão dos teores deverá ser fraca.

Esta verificação elementar levou-nos a considerar como possível estabelecer a lei de dispersão dos teores à custa de pequena amostra colhida ao acaso entre numerosos dados da prospecção do jazigo.

É claro que haveria que verificar até que ponto a amostra utilizada seria representativa da totalidade da população dos elementos fornecidos pela prospecção, problema que obrigava a cálculos trabalhosos, mas que resolvemos, em primeira aproximação e de forma expedita, comparando o teor médio das camadas fornecido pela dispersão estatística inferida da amostra com o obtido à custa do perfil virtual médio do desmonte estruturado sobre 4.100 amostras colhidas em 650 locais distintos distribuídos por toda a concessão.

A concordância destes dois teores médios levou-nos a considerar satisfatória a lei estatística que deduziramos da pequena amostra, a qual não era outra senão a já citada lei lognormal. Este resultado, além de permitir estabelecer aproximadamente os caracteres referidos em (ii) e (iii), o que constituía a finalidade do nosso trabalho, é de capital importância para estudos ulteriores do jazigo e constitui, assim o cremos, mais uma verificação em primeira aproximação da lei estatística de Ahrens.

Por esta última razão expomos a seguir, como exemplo que porventura se poderá adaptar a outros casos, o modo como estruturamos aquela conclusão, fazendo notar que se trata de como que uma sondagem para verificar uma lei estatística e de modo nenhum a demonstração rigorosa da existência da mesma, aspecto que, se houvermos vagar, pode ser que posteriormente abordemos.

A estruturação da referida lei, na forma porque a conduzimos, implica o conhecimento prévio do peso específico das camadas e da proporção das intercalações xisto-quartzosas. Abordaremos por isso em primeiro lugar estes dois aspectos antes de passarmos àquela.

A amostragem a que nos temos referido foi realizada ao acaso apenas entre os elementos fornecidos pela prospecção, já que os do controle dos desmontes iriam servir para a verificação que apontamos acima. Era constituída por 69 amostras de possança e teores das camadas Leonor, Fragões e Anicas patentes nos relatórios do Prof. Décio Tadeu e que se encontram reunidas em Anexo.

2 — Relação entre o Peso Específico e o Teor de Ferro

Durante o ano de 1955, o Laboratório de Química de mina fez numerosas determinações do peso específico dos minérios da concessão de Fragas de Carvalhosa. Resumimos no Quadro 2.1 alguns dos resultados obtidos, relacionando-os com os teores Fe correspondentes.

(1) Para uma descrição detalhada do jazigo de Moncorvo, consultar D. Tadeu: «Le Gisement de Fer de Moncorvo», in Boletim da Sociedade Geológica, vol. X — pág. 59.

QUADRO 2.1

Valores Experimentais do Peso Específico

[Determinados pelo Eng. Diniz Mendes Boga]

% Fe f	Peso Específico (Ton/m³)	% Fe f	Peso Específico (Ton/m³)
4,04	2,70	47,99	3,61
6,21	2,60	48,14	3,91
31,91	3,31	48,39	3,79
34,42	3,21	48,74	3,90
35,28	3,46	50,26	3,80
37,24	3,43	51,07	4,14
39,81	3,51	51,55	3,92
41,94	3,77	52,81	3,85
42,50	3,71	54,24	4,20
44,36	3,72	54,35	3,88
44,66	3,76	56,46	4,19
46,02	3,58	59,05	4,17
46,69	3,91	59,35	4,22
47,26	3,65	61,01	4,23
47,86	4,05	61,09	4,23

Estes resultados mostram existir, como seria de esperar, correlação entre o teor em Fe e o peso específico.

Pode pois procurar-se a expressão analítica que traduza tal correlação.

Assim, seja:

f = teor em Fe (%)

γ_h = peso específico da hematite

γ_s = peso específico da sílica, etc.,

o peso específico do minério será evidentemente:

$$\gamma = \frac{100\,\gamma_h \cdot \gamma_s}{1{,}43\,(\gamma_s - \gamma_h)\,f + 100_h} \qquad (1)$$

Pondo:

$$1{,}43\,(\gamma_s - \gamma_h) = 2\,C$$
$$-100\,\gamma_h = E$$
$$100\,\gamma_h\,\gamma_s = F$$

virá:

$$2\,C\,f\,\gamma + E\,\gamma + F = 0$$

que representa no plano (f, γ) uma família de hipérboles equiláteras a dois parâmetros $-\gamma_h$ e γ_s.

Fazendo a mudança de variáveis

$$\begin{cases} X = f + \dfrac{E}{2\,C} \\ \gamma = \gamma \end{cases}$$

obtém-se a referida família referida às assintotas. A nova equação da família será pois:

$$2\,C\,X\,f + F = 0 \qquad (2)$$

Atendendo a que:

$$\text{mod}\,\frac{E}{2\,C} = \frac{100\,\gamma_h}{1{,}43\,(\gamma_h - \gamma_s)} \simeq +133$$

e que portanto $f < \text{mod}\,\dfrac{E}{2\,C}$, conclui-se que as hipérboles que interessam se situam no quarto quadrante ($\gamma > 0$ e $X < 0$).

Para evitar esta representação pouco cómoda ponha-se $\overline{X} = \text{mod}\,X = \text{mod}\,\dfrac{E}{2\,C} - f$, será:

$$2\,C\,\overline{X}\,f - F = 0 \qquad (2')$$

Tomando logaritmos em (2') ter-se-á:

$$\log f = \log \frac{E}{2\,C} - \log \text{mod}\left[f - \frac{E}{2\,C}\right] \qquad (3)$$

que é a equação de uma recta no plano

$$\left[\log f,\ \log \text{mod}\left[f - \frac{E}{2\,C}\right]\right]$$

É esta recta que está representada na Fig. 1 tendo-se tomado para peso específico da hematite 4,9 t/m³ e da sílica 2,65 t/m³.

Nessa mesma figura estão marcados alguns pontos experimentais extraídos ao acaso do Quadro 2.1 que apresentam boa concordância com a recta (3). Aliás, o cálculo dos desvios entre os valores calculados por (1) e os valores experimentais mostra que o desvio máximo positivo vale 0,28 t/m³ e o negativo máximo 0,175 t/m³. O primeiro é aproximadamente igual a 10 % do valor mínimo dos pesos específicos determinados experimentalmente.

Concluímos pois que a representação analítica (3) é satisfatória para traduzir a correlação entre o peso específico e o teor de ferro dos minérios da concessão de Fragas da Carvalhosa. Adoptamo-la por isso no que se segue.

3 — Proporção das Intercalações Xisto-quartzosas

Para o cálculo da proporção em peso das intercalações estéreis servimo-nos da noção de peso específico por unidade de superfície ou densidade

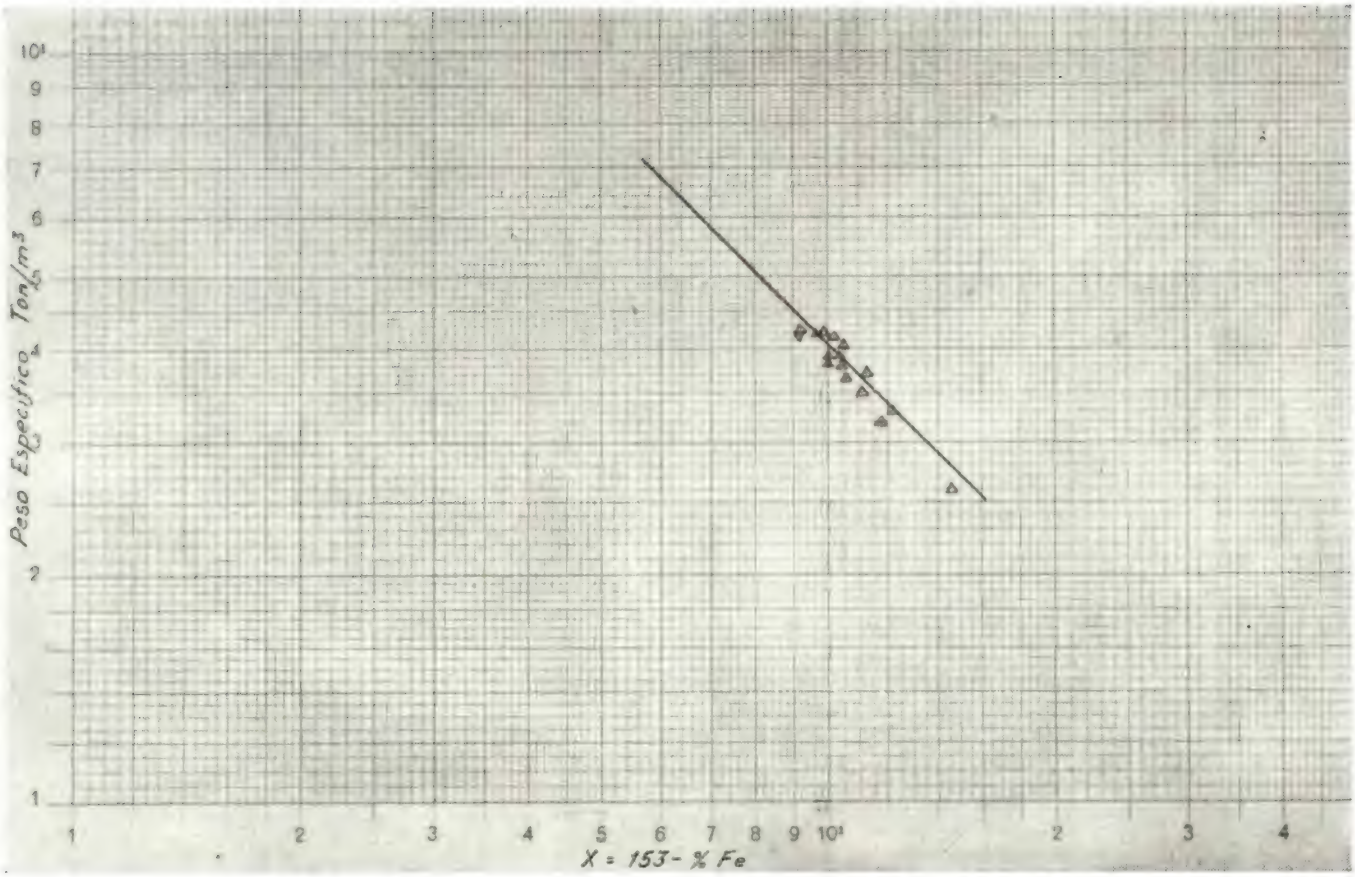


Fig. 1 — Variação do Peso Específico com o Teor em Ferro

de superfície [T/m²] que é o produto da possança de uma camada pelo seu peso específico «in situ». Este é evidentemente desconhecido. Conhece-se apenas o peso específico de pequenas amostras. Tomamos contudo este valor por aquele e adoptamos para base da sua determinação a expressão analítica desenvolvida atrás.

Deste modo foi organizado o Quadro 3.1 que se encontra no Anexo. Por ele se vê que, desmontadas numa extensa área, a *composição global* do minério tal-qual provenientes das três camadas em estudo, será:

Bancadas de minério de 28,80 a 62,72 % Fe . . . . . 79 % em peso
Intercalações xisto-quartzosas . . 21 % em peso

4 — Estruturação da lei da distribuição lognormal dos teores das camadas Leonor, Fragões e Anicas

A lei da distribuição dos logaritmos dos teores, foi estruturada considerando como frequência de um determinado intervalo de teores a densidade superficial correspondente. Assim, o esquema estatístico que adoptamos consistia em considerar as 3 camadas como uma única de possança fictícia variável e proporcional à densidade de superfície. A população deste esquema era constituída por prismas elementares de base igual a 1 m² e de peso variável com a possança fictícia. O teor de ferro suposto constante em cada prisma variava de local para local da camada fictícia. Era a lei estatística da distribuição desses teores que procurávamos.

Para isso, daquela população colheram-se ao acaso 67 prismas elementares que passaram a constituir a amostragem do jazigo.

Deste esquema excluiram-se as intercalações xisto-quartzosas, facto que não afecta a verificação da lei, quando forem totalmente estéreis, visto que ela é verdadeira, para um certo mineral, nas zonas mineralizadas e não nas zonas estéreis. Juntar as intercalações totalmente estéreis significaria considerar um sistema heterogéneo. Ora não está feita, nem interessa fazer a análise química sistemática das intercalações e,

portanto, a destrinça entre aquelas que deveriam ser consideradas e as restantes nos era impossível de realizar. Nestas condições, preferimos pôr de parte as intercalações na sua totalidade.

A amostra foi repartida em nove classes cujos teores variavam de 28,3 a 66,6 % Fe. Os limites destas classes foram escolhidos em progressão geométrica, e por consequência, o histograma dos seus logaritmos apresentam-se da forma habitual e conveniente.

Este histograma está traçado na Fig. 2 e pode interpolar-se satisfatòriamente por uma curva de Laplace-Gauss.

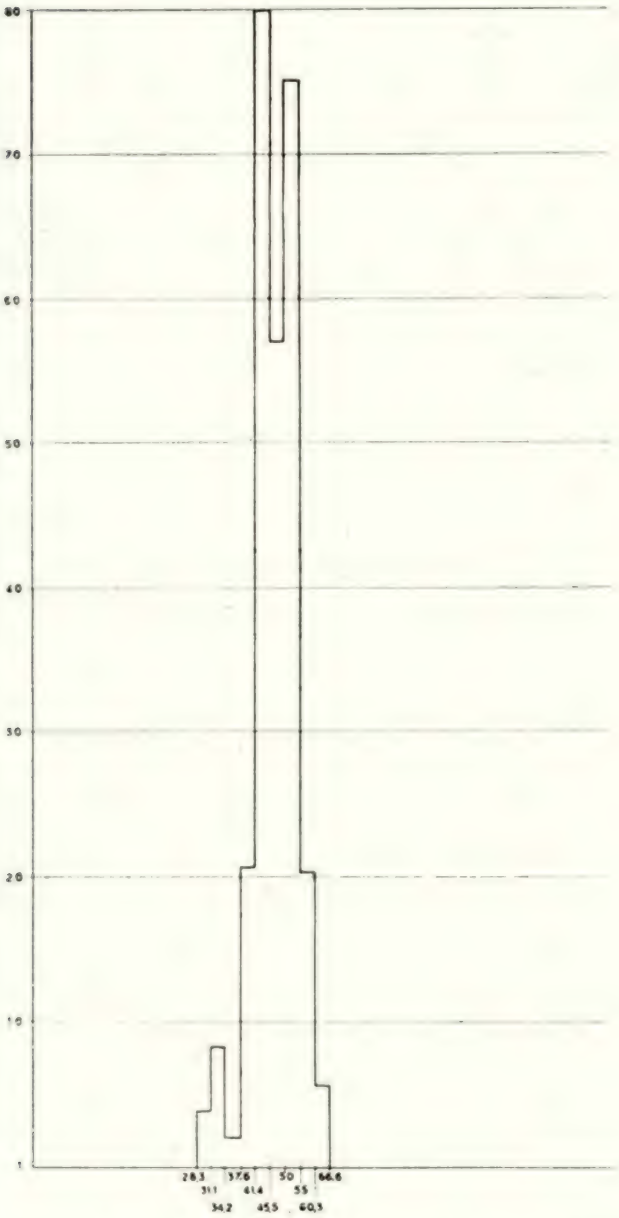


Fig. 2 — Distribuição do logaritmo dos teores

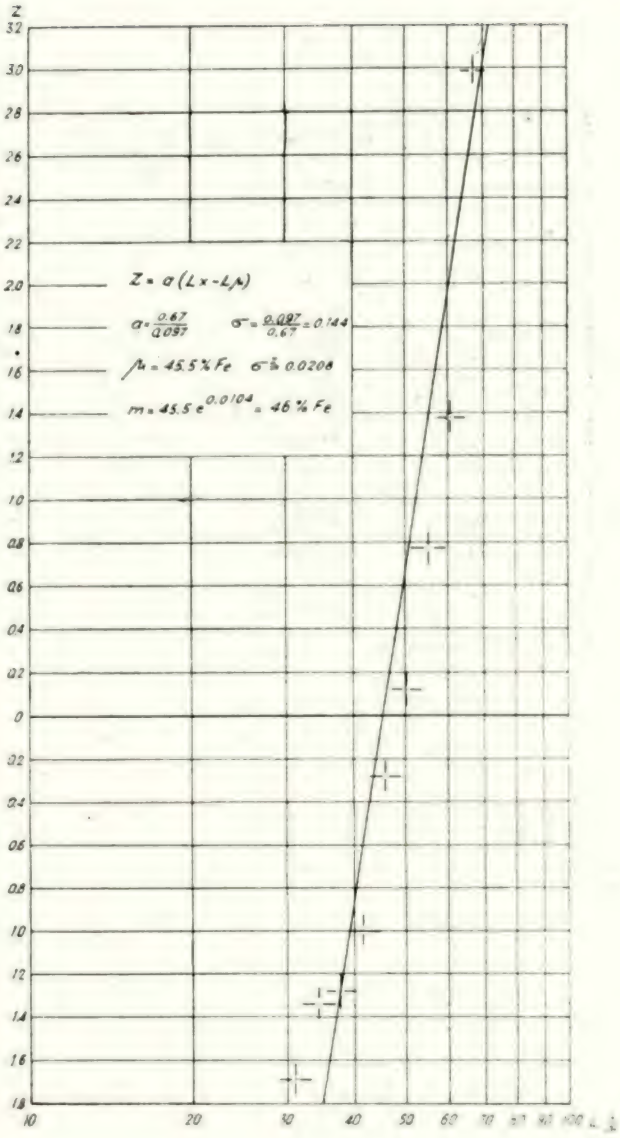


Fig. 3 — Recta de Henry

Para caracterização da lei lognormal construimos o gráfico de Henry, servindo-nos do Quadro 4.1. A Fig. 3 além de mostrar que a lei de Laplace-Gauss é aproximadamente seguida diz-nos que a interpolação pode ser feita pela recta de equação $Z = \frac{0,57}{0,097}$ (Lx — L 45.5). Haveria talvez interesse em traçar um canal de confiança para a interpolação realizada mas pelas razões mencionadas atrás não o fizemos.

Da interpolação realizada deduzem-se os seguintes parâmetros da distribuição:

(i) — Variância:

$$\sigma^2 = 0,0208$$

QUADRO 4.1

Verificação de Henry

Classes	Densidade de superfície	Percentagens simples	Cumulos superiores	$Q(y) - \frac{1}{2}$	$2\left[Q(y) - \frac{1}{2}\right]$	z
% Fe	T/m²	%	Q (y)			Tábuas de Krump
23 3/31,1	3.808	1,394	0,98606	0,48606	0,96212	— 1,47
31,1/34,2	8.256	3,012	0,65594	0,45594	0,91188	— 1,20
34,2 37,6	2.076	0 934	0 94660	0,45660	0,91320	— 1,21
37,6 41,4	20.645	7 547	0,87113	0 37113	0,74226	— 0,80
41,4/45,5	80.039	29 277	0,57836	0,07836	0,14672	— 0,13
44,5 50	57.112	20,896	0,36940	— 0,13060	— 0,26120	+ 0,23
50 /55	75.255	27,437	0,09503	— 0,40497	— 0 80994	+ 0,92
55 /60,5	20.314	7.426	0,02077	— 0,47923	— 0,95846	+ 1,44
60 5/66,6	5.675	2 077	0,00000	0,50000	1,00000	2,999
Totais	273.180	100.000	—	—	—	—

(ii) — Mediana:

$$\mu = 45{,}5\ \%\ \text{Fe}$$

(iii) — Média aritmética dos teores:

$$m = 46\ \%\ \text{Fe}$$

A distribuição lognormal dos teores está assim caracterizada.

O valor da variância é baixo, como previramos, o que acontece nos jazigos de alto teor médio (relativamente ao teor da espécie mineralógica pura em questão) que são jazigos de fraca dispersão de teores, como mostra a expressão que define o limite superior da variância

$$\sigma^2 < L\,\frac{x_o}{m},$$

onde x_o é o teor da espécie mineralógica pura e m o teor médio do jazigo. No caso em estudo, sendo x_o (hematite) = 70 % e m = 46 % Fe, teremos:

$$\sigma^2 < 0{,}4$$

Quere dizer, as camadas estudadas, não considerando as intercalações xisto-quartzosas, têm dispersão de teores muito pequena, o que condiz com o conhecimento que se possui do jazigo.

A análise apresentada permite--nos dizer ainda qual a proporção de bancadas de teor marginal, quando se pretender obter minério tal-qual de teor igual ou superior a um valor «à priori» determinado. Isto é, resolve-nos o problema de saber a importância da escolha ou da concentração com meios densos em calibres graudos. Daí uma das suas utilidades.

Com efeito, pondo

$$z = \frac{1}{\sigma}\, L\, \frac{x}{N}$$

a proporção das camadas com teores superiores ao teor marginal x_o, a que chamaremos camadas complementares, é evidentemente:

$$G(z_o) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{z_o}^{\infty} e^{-\frac{z^2}{z}}\, dz$$

e o teor médio das mesmas

$$m(z) = m\,\frac{G(z_o - \sigma)}{G(z_o)}$$

O Quadro 4.2 resume os cálculos de G (z) e m (z) para x_o = 28,3 — 35 — 40 — 42,5 e 45 % Fe.

Intervém neles a função

$$G'(z) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_{o}^{z} e^{-t^2}\, dt$$

porque utilizamos as tabelas de Krump.

O Quadro 4.3 resume as conclusões finais, fazendo intervir o peso de intercalações xisto-quartzosas a remover. Vê-se por ele que, para obter minério a 50 % Fe, será necessário remover cerca de 44,5 % do peso do minério desmontado.

4100 análises químicas feitas no Laboratório da Mina. A sua estruturação deve-se ao Prof. Pedro Amor Monteiro de Barros.

Trata-se evidentemente de um perfil teórico que contém valores médios resultantes da compilação de dados muito abundantes e por essa

QUADRO 4.2

x % Fe	$z = \frac{1}{\sigma} L \frac{x}{N}$	G'(z)	$G(z) = \frac{1 + G'(z)}{2}$	$x - \sigma$	$G'(z-\sigma)$	$G(z-\sigma) = \frac{1 + G'(z-\sigma)}{2}$	m G(z−σ)	$m(z) = \frac{m\,G(z-\sigma)}{G(z)}$ (% Fe)
28,3	−3	0,99999	0,99999	−3,154	1	1	46	46
35	−1,628	0,97868	0,98934	−1,782	0,98826	0,99413	45,7	46,4
40	−0,764	0,72005	0,86002	−0,918	0,80579	0,90289	41,5	48,25
42,5	−0,369	0,39839	0,69919	−0,528	0,54435	0,77217	35,5	50,8
45	0,00	0,00000	0,50000	−0,154	0,16840	0,58420	26,85	53,8

QUADRO 4.3

Resumo

Teor Marginal (% Fe)	Teor global das bancadas complementares (% Fe)	Percentagem em peso das bancadas marginais	Percentagem em peso das intercalações	Peso total a remover (%)
28,3	46	0,793 × 0 = 0	20,7	20,7
35	46,4	0,793 × 1,066 = 0,84	20,7	21,54
40	48,25	0,793 × 13,998 = 11,10	20,7	31,8
42,5	50,8	0,793 × 13,081 = 23,85	20,7	44,55
45	53,7	0,793 × 50 = 39,65	20,7	60,35

E tomando como teor médio das bancadas, incluídas as intercalações xisto-quartzosas, a média arimética dos teores, se atendermos a que aquelas representam 20,7 % do peso das camadas, será

Teor médio das bancadas . . . . . 46 × 0,793 = 36,5 % Fe

5 — Resultados baseados no perfil virtual médio dos desmontes

5.1 — *O perfil virtual médio*

O perfil virtual médio dos desmontes foi baseado em 650 perfis reais que se traduziam em

circunstância traduz bem os caracteres das camadas exploradas. Tendo sido organizado com o fim prático do controle das operações do desmonte e escolha, considera (V. Quadro 5.1) as camadas exploradas constituídas por intercalações xisto-quartzosas, bancadas marginais e bancadas complementares com teores entre 50 e 51 % Fe.

Poderá portanto fornecer-nos o teor médio das camadas.

5.2 — *Teor médio das camadas Leonor, Fragões e Anicas*

O teor médio das três camadas, incluídas as intercalações xisto-quartzosas calcula-se fàcil-

QUADRO 5.1

Composição média das frentes de desmonte

Designação	Possanças (m)	Peso específico (T/m^3)	Densidade de superfície (Ton/m^2)
Terrenos de cobertura	0,71	1,8	1,28
Intercalações xisto-quartzosas	0,78	2,7	2,11
Bancadas marginais	0,72	3.5	2.52
Bancadas complementares (teor global 50 a 51 %)	1,33	3.9	5,19
Totais	3.54	—	—

mente à custa do Quadro 5.1, notando-se que o teor médio global das bancadas marginais vale 37,5 % Fe.

Assim:

	$(T/m^2) \times (\% Fe) =$ $= Metal\ contido/m^2$
Intercalações xisto-quartzosas . .	$2.11 \times 0 = 0,0$
Bancadas marginais	$2.55 \times 37,5 = 93.5$
Bancadas complementares	$5.19 \times 50.5 = 262.0$
Totais . . .	9.82 — 355.5

$$\text{Teor medido}: \frac{355.5}{9.82} = 36.2\ \%\ Fe$$

6 — Conclusões

A excelente concordância entre os dois teores médios, o primeiro (36,5 % Fe) encontrado usando a lei lognormal e o segundo, o perfil médio virtual, e a circunstância da variância daquela lei ser pequena, o que corresponde ao que se conhece do jazigo, leva-nos a admitir que uma lei log normal poderá traduzir a dispersão dos teores.

A sua estruturação correcta implica cálculos trabalhosos que deixaremos para outra oportunidade.

* * *

Desejamos agradecer à Empresa Ferrominas, Ld.ª e nomeadamente ao seu gerente, o Prof. Pedro Amor Monteiro de Barros, a permissão de publicação do presente trabalho e as facilidades concedidas.

Lisboa, 20 de Junho de 1957.

ANEXO

Elementos colhidos nos relatórios do Prof. Décio Thadeu

Para o estudo da distribuição dos teores de ferro nas camadas da concessão Fragas da Carvalhosa servimo-nos dos cortes e mapas de sondagens dos relatórios do Prof. Décio Thadeu referentes às sondagens n.º 1, n.º 2 e n.º 3 e às chaminés n.º 4 e n.º 7. Os Quadros I, II, III, IV e V reunem esses elementos. As análises químicas foram efectuadas pelo Eng.º Diniz Mendes Boga.

QUADRO I — SONDAGEM N.º 1

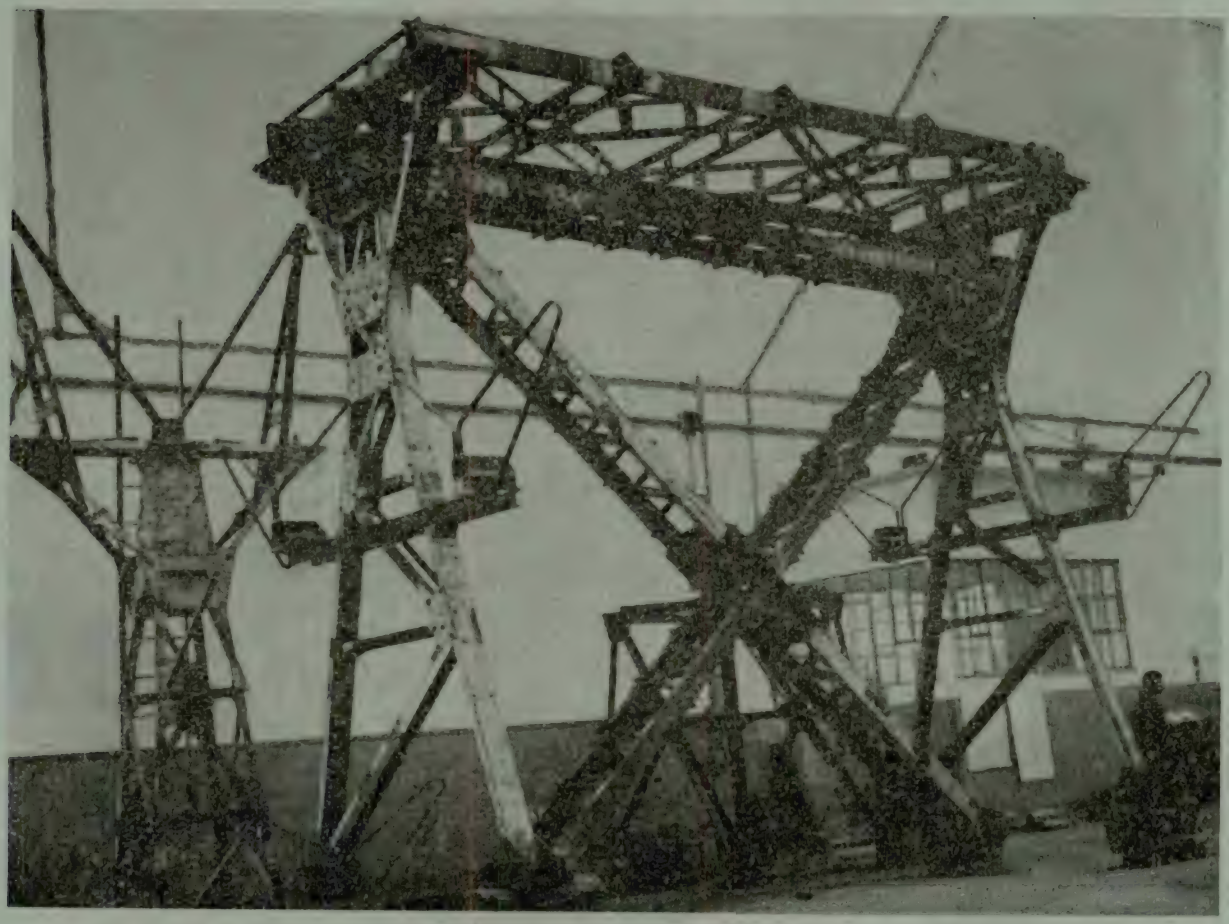
Camadas Leonor, Fragões e Anicas

Camada Leonor		Camada Fragões		Camada Anicas	
% Fe	Poss. (m)	% Fe	Poss. (m)	% Fe	Poss. (m)
Intercalações	0,75	Intercalações	2,46	Intercalações	0 72
39 85	0,25	40,21	0,50	28,80	0,40
46,82	0.20	43,78	1,10	42 75	3.25
47,00	1.10	45.07	0,50	51,86	2,56
48 83	0.80	45,20	2 40	56,08	1,75
50,04	0 30	54.30	1,75		
50,78	2,20	55.75	1,05		
		56 62	1,24		
Total	5,60	Total	11,00	Total	8,68

MAGUE

S. E. MONIZ DA MAIA & VAZ GUEDES, L.DA

Alverca — Portugal



Estrutura de estação de ancoragem do cabo carril do teleférico para transporte de carvão de S. Pedro da Cova à Central da E. T. P.

Capacidade: 25 Ton/h.

PROJECTO E FABRICO DE

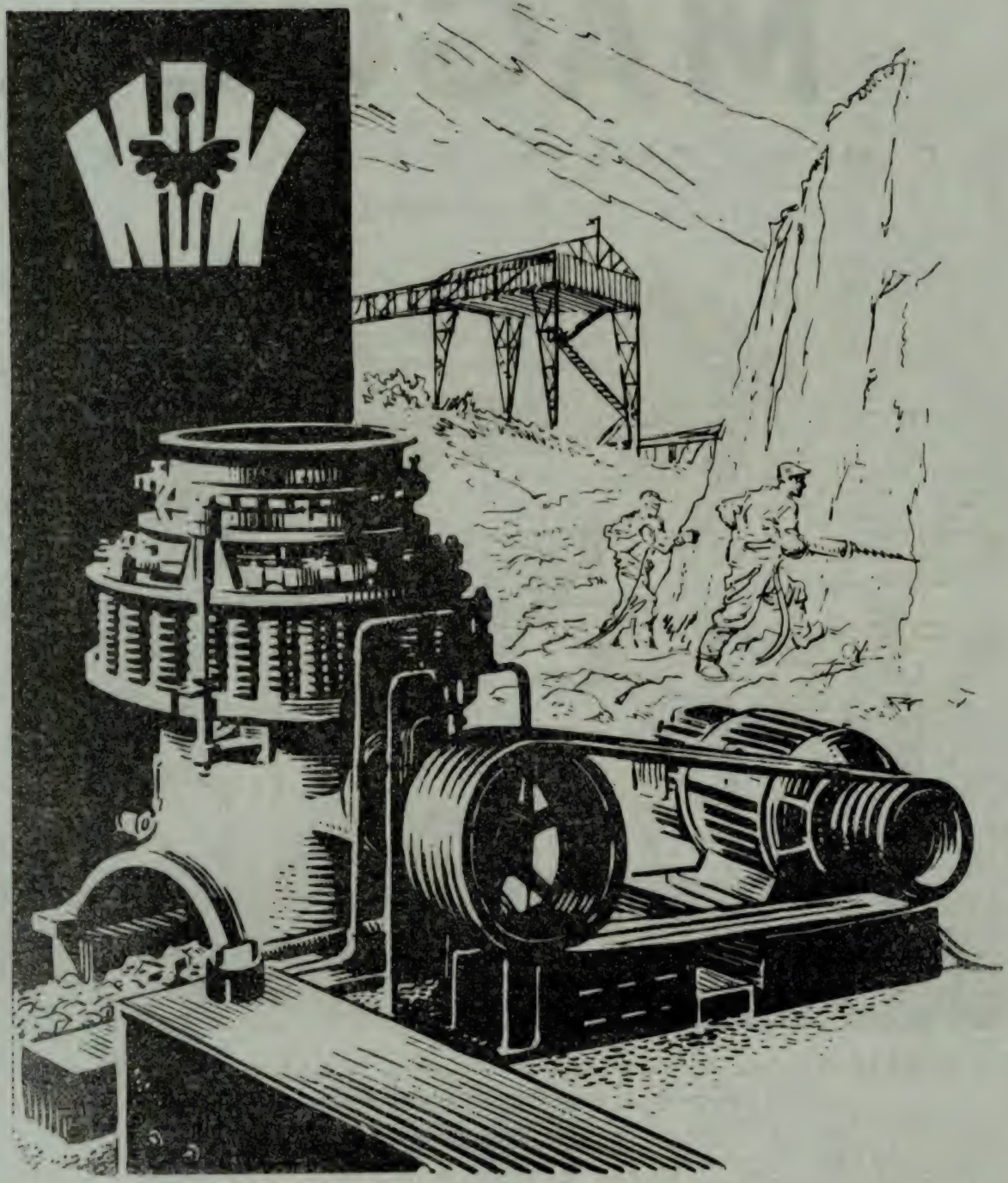
PONTES ROLANTES

GUINDASTES

GRUAS. DERRICKS E GUINCHOS

APARELHOS DE ELEVAÇÃO ESPECIAIS

CONSTRUÇÕES METÁLICAS PESADAS



APARELHAGEM PARA TRITURAÇÃO MOLDAGEM, CLASSIFICAÇÃO, FLUTUAÇÃO, FILTRAGEM E MUITOS OUTROS TRABALHOS NO TRATAMENTO DOS MINÉRIOS

EXPORTADA POR:

NIKEX **Sociedade Húngara para o Comércio Externo da Indústria Pesada**

BUDAPESTE 4. ◆ B. P. 103 ◆ HUNGRIA

Telegramas: NIKEXPORT / BUDAPESTE

QUADRO II — SONDAGEM N.º 2

Camadas Leonor + Fragões e Anicas

Camada Leonor + Fragões		Camada Anicas	
% Fe	Possança (m)	% Fe	Possança (m)
Intercalações	0,98	Intercalações	0,70
44,23	0,95	41,40	3,05
48,07	1,50	42,15	0,35
49,90	3,22	43,95	2,30
50,40	0,30	51,15	1,40
52	5,80		
Total	12,75	Total	7,80

QUADRO III — SONDAGEM N.º 3

Camadas Leonor, Fragões e Anicas

Camada Leonor		Camada Fragões		Camada Anicas	
Fe %	Poss. (m)	% Fe	Poss. (m)	% Fe	Poss. (m)
Intercalaçoes	0,95	Intercalações	0,20	Intercalações	2,20
39,62	1,00	34,00	0,40	42,71	1,20
41,63	0,40	44,22	1,50	47,71	2,75
47,18	0,40	57,15	0,90	48,78	1,25
52,34	0,65	62,72	1,25	50,75	1,00
Total	3,40	Total	4,25	Total	8,40

QUADRO IV — CHAMINÉ N.º 4

Camadas Leonor + Fragões e Anicas

Camada Leonor + Fragões		Camada Anicas	
% Fe	Possança (m)	% Fe	Possança (m)
Intercalações	2,94	Intercalações	2,84
34,10	2,00	31,36	0,35
37,79	0,40	35,80	0,60
38,07	0,25	37,93	0,40
38,37	0,40	38,10	0,45
40,21	0,40	39,47	0,30
41,13	0,70	41,98	0,30
46,94	0,30	43,65	1,55
48,32	0,90	52,78	0,45
55,50	1,00	53,55	0,58
		58,14	0,58
Total	9,29	Total	8,40

QUADRO V — CHAMINÉ N.º 7

Camadas Leonor + Fragões e Anicas

% Fe	Possança (m)	% Fe	Possança (m)
Intercalações	4,65	Intercalações	4,60
38,73	0,75	30,12	0,75
41,64	0,55	43,73	0,40
44,34	1,15	50,25	0,25
46,87	0,50	51,25	0,70
47,21	0,65	54,79	0,60
49,40	0,90		
49,56	0,15		
Total	9,30	Total	7,20

PROPORÇÃO DAS INTERCALAÇÕES XISTO-QUARTZOSAS NO CONJUNTO DAS CAMADAS LEONOR, FRAGÕES E ANICAS

QUADRO 3.1

Classes % Fe	% Fe	Poss. (m)	Peso específico	Densidade de superfície	
				Parcial (T./m²)	Total (T./m²)
28,3/31,1	28,80	0,40	3,27	1,308	
	30,12	0,75	3,33	2,500	3,808
31,1/34,2	34,00	0,40	3,44	1,376	
	34,10	2,00	3,44	6,88	8,256
34,2/37,6	35,80	0,60	3,46	2,076	2,076
37,6/41,4	37,79	0,40	3,54	1,316	
	37,93	0,40	3,54	1,316	
	38,07	0,25	3,57	0,893	
	38,38	0,40	3,57	1,428	
	38,78	0,75	3,57	2,677	
	38,10	0,45	3,57	1,606	
	39,62	1,00	3,60	3,600	
	39,47	0,30	3,60	2,080	
	38,85	0,25	3,60	0,900	
	40,21	0,40	3,63	1,452	
	40,21	0,50	3,63	1,815	
	41,13	0,70	3,66	2,562	20,645
41,4/45,5	41,63	1,0	3,66	3,660	
	41,98	0,30	3,66	1,098	
	41,40	3,05	3,66	11,163	
	41,64	0,55	3,66	2,013	
	42,71	1,20	3,68	4,416	
	42,75	3,25	3,68	11,960	
	42,15	0,35	3,68	1,288	
	43,65	1,55	3,73	5,781	
	43,78	1,10	3,73	4,103	
	43,95	2,30	3,73	8,579	
	43,73	0,40	3,73	1,422	
	44,22	1,50	3,76	5,640	
	44,23	0,95	3,76	3,572	
	44,34	1,15	3,76	4,324	
	45,07	0,50	3,80	1,900	
	45,20	2,40	3,80	9,120	80,039
45,5/50	46,94	0,30	3,84	1,152	
	46,82	0,20	3,84	0,768	
	46,87	0,50	3,84	1,920	
	47,18	0,40	3,87	1,548	
	47,71	2,75	3,87	10,642	
	47,00	1,10	3,87	4,257	
	47,21	0,65	3,87	2,515	
	48,78	1,25	3,92	4,900	
	48,32	0,90	5,92	3,528	
	48,83	0,80	3,92	3,136	
	48,07	1,50	3,92	5,880	
	49,90	3,22	3,95	12,719	
	49,40	0,90	3,95	3,555	
	49,56	0,15	3,95	0,592	57,112

A Transportar . . . 171,936

QUADRO 3.1

(Continuação)

Classes % Fe	% Fe	Poss. (m)	Peso específico	Densidade da superfície Parcial (T./m²)	Densidade da superfície Total (T./m²)	
			Transporte . . .		171,936	
50/55	50,75	1,00	3,99	3,990		
	50,04	0,30	3,99	1,197		
	50,67	2,20	3,99	8,778		
	50,40	0,30	3,99	1,197		
	50,25	0,25	3,99	0,997		
	51,86	2,56	4,04	10,342		
	51,15	1,40	4,04	5,656		
	51,25	0,70	4,04	2,828		
	52,34	0,65	4,07	2,645		
	52,78	0,45	4,07	1,831		
	52	5,80	4,07	23,606		
	53,55	0,58	4,12	2,389		
	54,30	1,75	4,17	7,297		
	54,79	0,60	4,17	2,502	75,255	
50/60,5	55,50	1,00	4,20	4,200		
	55,75	1,05	4,20	4,410		
	56,62	1,24	4,26	5,282		
	57,15	0,30	4,30	3,870		
	58,14	0,58	4,40	2,552	20,314	
60,5/66,6	62,72	1,25	4,54	5,675	5,675	Percentagens %
			Total das 3 camadas . . .		273.180	79,258
Intercalações xisto-quartzosas		23,99	2,98	. . .	71.490	20,742
			TOTAL . . .		344.670	

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

[1] F. Blondel — Les Lois Statistiques de la Répartition Géographique des Productions Minières; Congrès du Centenaire da la Societé de l'Industrie Minérale, Comunication Rg 2.

[2] L. H. Ahrens — La distribution lognormale des éléments. — Geochim. et Cosmochim. Acta, Vol. 3 pp 49-73.

[3] P. Kleiber et R. Murard — Aplications de Statistique Mathématique à l'étude de Gisements Filoniens Aurifères d'A. O. P.; Congrès du Centenaire de la Societé de l'I. M., Comunication Rk 3.

[4] G. Matheron — Utilité des Méthodes Statistiques dans la Recherce Minière. Congrès du Centenaire de la Société de l'I. M., Comunication Rk 1.

C. D. U. 621.311.5/91

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.)

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 91,6 % dos totais do País.*

MAIO

I — Breve nota mensal

Do ponto de vista hidrológico o mês de Maio foi mais seco que o normal.

Não há qualquer outro facto de realce a assinalar.

II — Elementos gerais (GWh)

a) Mensais

	1956	1957	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	157,5	185,4	+ 18
Produção térmica (P_t)	0,0	0,0	0
Produção total (P_T)	157,5	185,4	+ 18
Cons. electroquímico (C_{eq}) (1)	42,2	51,1	+ 21
Cons. permanentes (C_p) . . (1)	111,5	127,0	+ 14
Consumo total (C_T) . . . . (1)	153,7	178,1	+ 16

b) Acumulados desde 1 de Janeiro de 1957

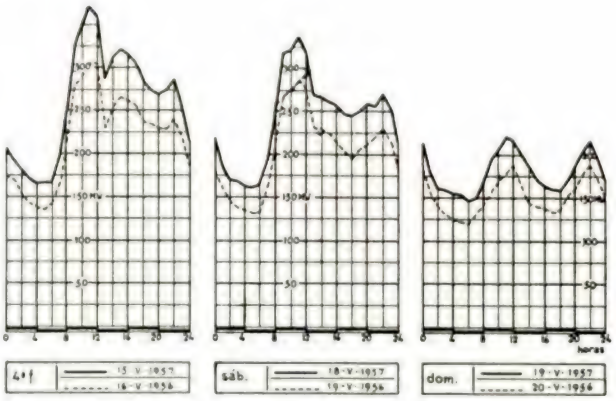
	1956	1957	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	831,3	838,9	+ 1
Produção térmica (P_t)	3,3	51,4	–
Produção total (P_T)	834,6	890,3	+ 7
Cons. electroquímico (C_{eq}) . (1)	213,2	182,0	— 15
Cons. permanentes (C_p) . . . (1)	597,7	664,8	+ 11
Consumo total (C_T) . . . . . (1)	810,9	846,8	+ 4

Nota:

(1) Vidé nota referente ao mês de Janeiro de 1957.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

	4.ª feira:	
	16-5-956	15-5-957
Produção hidráulica (P_h) — MWh	5411	6355
Produção térmica (P_t) — MWh . .	0	0
Produção total (P_T) — MWh . . .	5411	6355
Utilização da ponta (U) — horas	17,4	17,1
Factor de carga (α)	0,73	0,71
Relação $\frac{\text{Pot. mín.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r)	0,43	0,44



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras no fim do mês.

Albufeira	Energia armazenada	
	GWh	% (1)
Venda Nova	106,6	83,2
Salamonde	25,1	90,9
Caniçada	25,0	75,5
Guilhofrei	6,5	78,3
Lagoa Comprida	25,5	87,0
Santa Luzia	49,4	80,2
Cabril	297,7	87,7
Castelo do Bode	159,0	97,5
Pracana	7,9	62,3
Póvoa	10,0 (2)	75,2
Ponsul	1,7	37,0
Pego do Altar	1,5	23,4
Vale do Gaio	0,4	15,5
Total	716,3	86,6

Notas:

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras, definido pela relação

$$\frac{\text{Energia armazenada}}{\text{Máx. energia armazenável}} \times 100\ \%$$

(2) Inclui 1,6 GWh armazenados no açude do Poio.

TEODOLITOS

CONSTRUÇÃO DR. H. WILD

DK 2
DKM 2
DKM 2-U
DKM 2-T

SÃO DE LONGE O QUE DE MELHOR SE FABRICA EM TODO O MUNDO!

Precisão inexcedível
Manejo facílimo
Construção robusta
A óptica mais luminosa

Aumento da luneta 30×, abertura da objectiva	45 mm
Focagem mínima a	1,4 m
Focagem máxima para leitura dos mm na mira	230 m
Idem para leitura dos cm	500 m
Constante de multiplicação 100, e de adição	0
Peso do equipamento com tripé extensível, sómente . . .	10,9 Kgr.

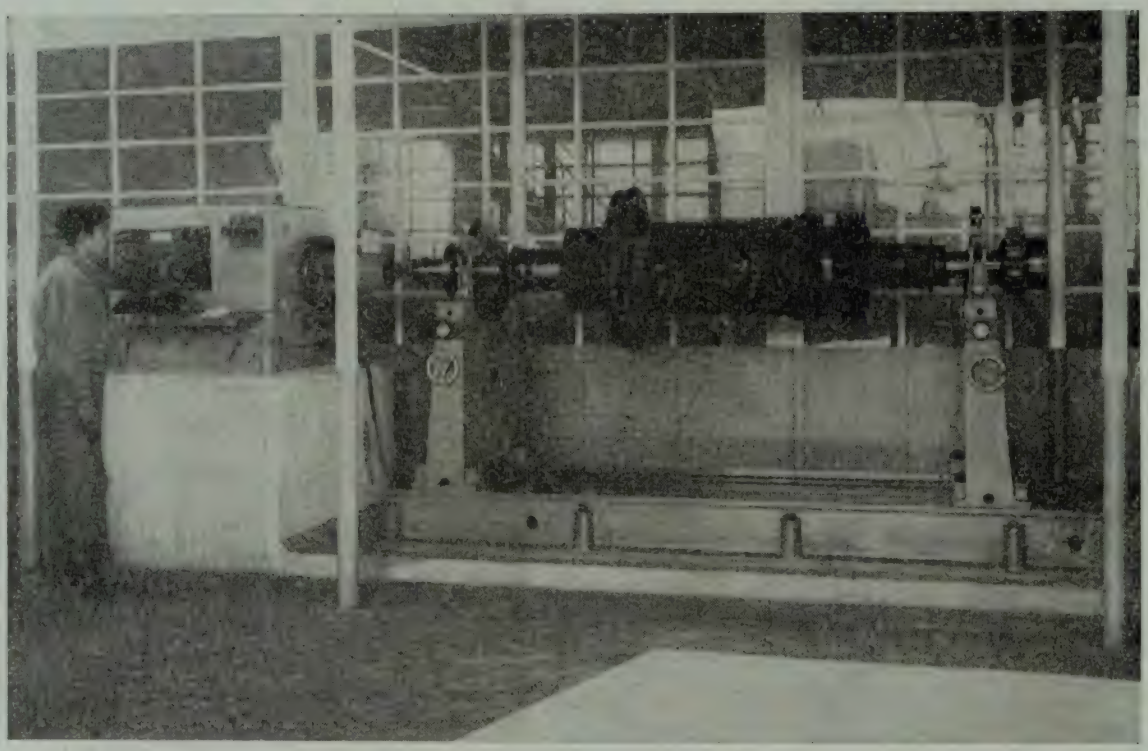
KERN & CIE. S. A. AARAU — Suíça

REPRESENTANTES
EMÍLIO DE AZEVEDO CAMPOS & Ca. Lda.
RUA DE SANTO ANTÓNIO, 137-145 — PORTO — TEL. 20254/5
RUA ANTERO DE QUENTAL, 17-1.º — LISBOA — TEL. 53366

NOTA — Os teodolitos «KERN» não são aparelhos repetidores, mas sim teodolitos de círculo-duplo, oferecendo portanto maior precisão e um trabalho muito mais simples e mais rápido.

A COMPANHIA UNIÃO FABRIL

põe à disposição dos seus clientes no Estaleiro Naval:



— Uma oficina de Ensaios e Reparação Diesel

— Uma máquina electrodinâmica de equilibragem para rotores de 30 a 3000 Kgs. — 2 M. de diâmetro máximo — 3,420 m. entre apoios.

ROCHA DO CONDE DE ÓBIDOS

LISBOA

Telef. 66 21 48

C. D. U. 66.048.005

Réalisation d'une collone de distillation semi-industrielle

PAR PIERRE LAURENT ET FRAÚSTO DA SILVA

Dans des études sur les huiles d'eucalyptus portugaises, nos avons eu à fractionner des grandes quantités d'huile ou encore des têtes de distillation de cette huile.

Les quantités mises en oeuvre allant jusquà 25 kg, il fallait disposer d'une colonne à pouvoir séparateur raisonnable avec un débit suffisant.

Nous avons ainsi été amenés à choisir le modèle de Dupont (1) sans introduire toutefois les petits perfectionnements de Palkin (2).

Quelques transformations ont été apportées, en particulier l'enveloppe chauffante inspiré de la collone E. H. P. de Longenecker avec laquelle

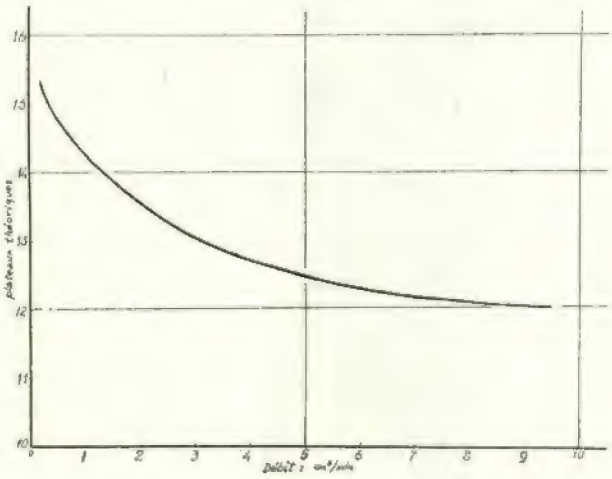


Fig. 2

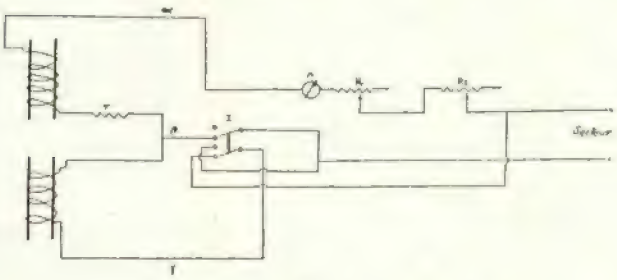


Fig. 1

nous avions eu l'occasion de nous familiariser au Laboratoire des T. P. Hildich (3).

La figure 4 donne un schema de la collone et la figure 1 celui de l'installation electrique.

L'élément du haut de la colonne comporte quelques spires chauffantes en moins qui sont compensées par une résistance extérieure de

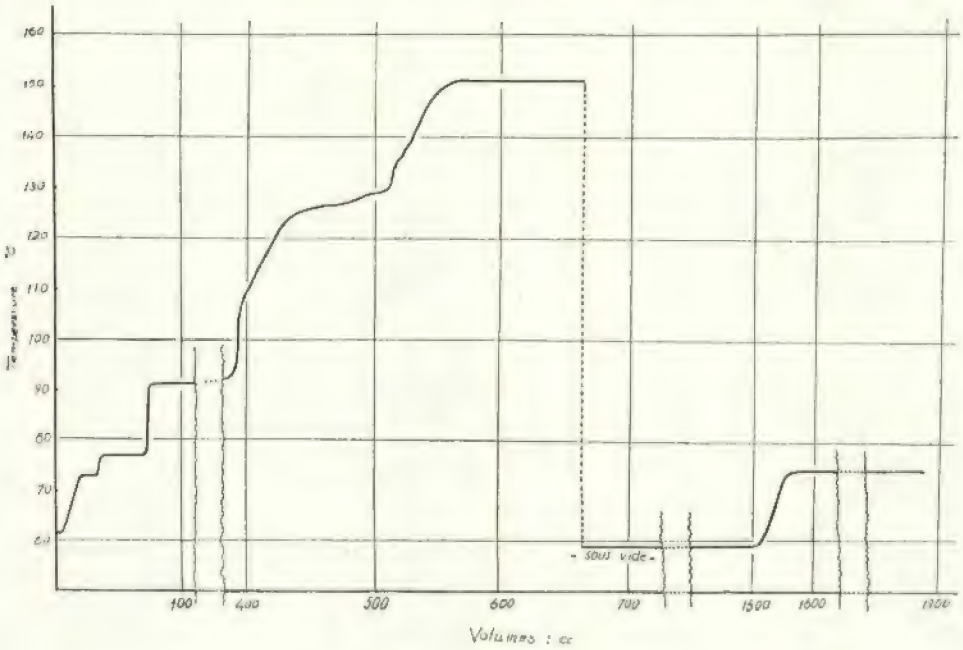


Fig. 3

sorte que la résistance individuelle des deux tronçons est la même, ce qui évite le contrôle de deux circuits différents.

Le pouvoir séparateur a été déterminé en fonction du débit en distillant un mélange benzène-tetrachlorure de carbone par la téchnique de Collins et Lantz (4) (Fig. 2).

Nous donnons à titre d'exemple la courbe de distillation obtenue à partir de tête de distillation industrielle d'une huile d'eucalyptus riche en aldheyde isovalérique (vitesse de distillation 250 cm^3/heure) (Fig. 3).

(1) G. Dupont Ann. de Chimie (10) *1* 207 (1923)

(2) S. Palkin — Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. *3* 377 (1931)

(3) H. E. Longenecker — J. Soc. Chem. Ind. 1937 *56* (1945)
T. P. Hildich — The Chemical Constitution of natural fats 2.º Edition (Chapmann et Hall 1949) p. 527

(4) F. C. Collins et V. Lantz — Ind. Eng. Chem. Anal. ed. *18* 673 (1946)

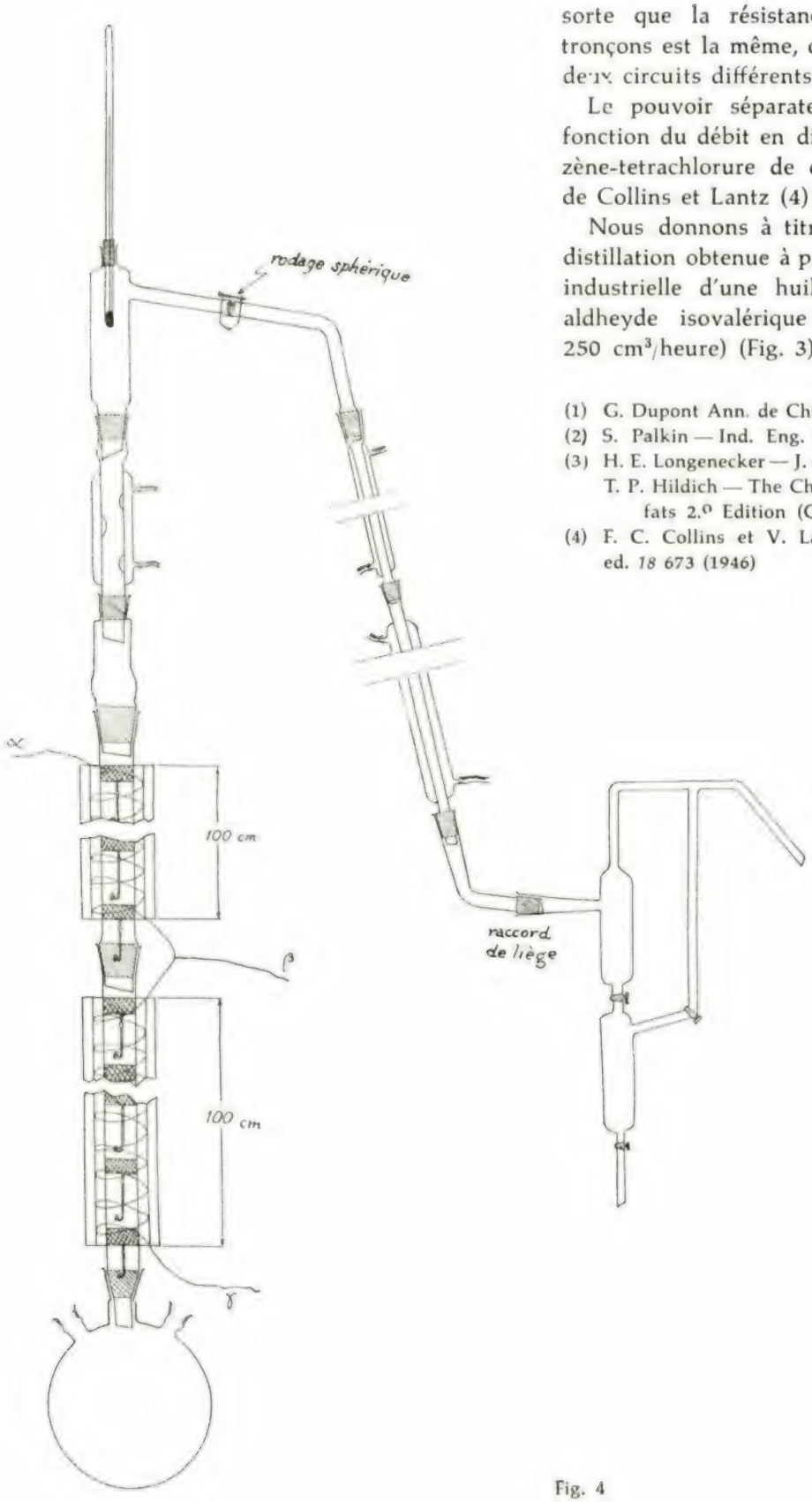


Fig. 4

C. D. U. 621.392.2.018.12

PAPEL DA CARACTERÍSTICA DE FASE NA SÍNTESE DE REDES

PELO ENG.º ELECT. I. S. T. MANUEL JOSÉ LOPES DA SILVA

Introdução

O problema da construção duma rede eléctrica que apresente características escolhidas antecipadamente (síntese da rede) pôs-se desde muito cedo.

Apesar disso porém, os progressos físicos realizados neste domínio são diminutos, de modo que até aqui os processos usados para atacar o problema são fundamentalmente empíricos.

A generalização do emprego dos métodos de Fourier no estudo das redes, terá sido em grande parte responsável por esta situação.

Actualmente a utilização cada vez mais intensa dos métodos operacionais, e o estudo das redes através de funções de variável complexa a que estes conduzem, tem lançado novas luzes sobre tão importante assunto.

O estudo da síntese de redes é dum extraordinário interesse para os engenheiros, porque é de facto uma ponte lançada entre a teoria matemática dos circuitos e a sua realização prática.

Este estudo fundamenta-se no facto da distribuição dos polos e zeros das «funções de rede», determinar o tipo e os valores dos parâmetros duma montagem prática que, depois de realizada, conduz a uma característica cuja forma foi estabelecida prèviamente.

Neste pequeno artigo estudamos algumas das respostas de frequência mais interessantes, os seus diagramas p-z (polo-zero), e estuda-se a importância que a característica de fase desempenha no conjunto.

A determinação da resposta transitória à função unidade, de que aqui lançamos mão, constitui também um meio útil de estudar as condições de realizabilidade física das redes.

I — Posição do problema

1. Entendemos por características duma rede a sua «característica de frequência» e «a resposta transitória» (1).

A característica de frequência duma rede é uma função de $j\omega$ que se obtém utilizando a teoria dos circuitos na determinação de relações entre correntes ou tensões estabelecidas em redes. Pode referir-se a «ganhos» ou «immitâncias», conforme relacionam funções eléctricas do mesmo tipo ou de tipo diferente.

A «característica de frequência» desdobra-se em duas outras características importantes, a «resposta de frequência» e a «característica de fase».

As condições a que estas características têm de obedecer resultam directamente do modo como uma informação deve ser transmitida através da rede, e que é específico de cada técnica.

Em geral pretende-se que a informação seja transmitida sem deformação, isto é, que seja preservada a forma.

Se um sinal $s_1(t)$ com a transformada de Fourier $s_1(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} s_1(\omega) . e^{(j\omega t + a_1)} d\omega$ . . . (1)

for aplicado à entrada duma rede cuja resposta de frequência (ou factor de transferência) seja $A(\omega)$ e característica de fase $a(\omega)$ obter-se-á à saída um sinal $s_2(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} S_2(\omega) . e^{j(\omega t + a_2)} d\omega$

em que $S_2(\omega) = S_1(\omega) . A(\omega)$ e $a_2(\omega) = a_1(\omega) + a(\omega)$.

Para que seja preservada a forma de $s_1(t)$ é necessário e suficiente que

$$A(\omega) = A_0 = Const.$$
$$a(\omega)/\omega = t_0 = Const. \quad . . . . . (2)$$

2. Toda a teoria dos circuitos com base na Análise de Fourier tem como fulcro as condições (2) duma transferência isenta de distorção. O factor A é tratado independentemente da fase a e as várias formas de variação que A ou a podem ter em função de frequência, são comparadas com as condições (2), estudando-se o efeito produzido no comportamento dos circuitos pelos desvios verificados.

Assim, por exemplo, estuda-se por um lado o efeito na transferência da informação causado

(1) Ver «Polos e Zeros das Funções de Rede», Técnica, Junho 1956.

pelo facto dum amplificador possuir um ganho que se mantém constante nas frequências médias, mas caindo às baixas e às altas frequências, desviando-se portanto nestas zonas, da característica ideal, que apresenta ganho constante, independente da frequência.

Este estudo é feito considerando a característica de fase do amplificador com a forma ideal $a/\omega = t_o = Const.$

Por outro lado, e paralelamente, faz-se o estudo do efeito que na transferência da informação causa o facto da característica de fase não variar sempre segundo a lei $a = \omega t_o$ a todas as frequências; e neste estudo não é considerada a variação do ganho.

Ora como sabemos, este divórcio entre o factor de transferência A e a fase a é fictício, na maior parte dos casos (redes de desfasagem mínima).

A verdade é que para cada circuito físico, estas duas grandezas estão intimamente ligadas, sendo uma o módulo e a outra o argumento duma mesma função complexa de transferência (característica de frequência, factor complexo de transferência).

Esta função é definida pela igualdade $\mathcal{G} = A. e^{ja}$ ou, sob a forma corteziana, $\mathcal{G} = \alpha + j\beta$. Nos pontos em que $\mathcal{G}$ é univoca e admite derivada finita, verificam-se como sabemos as condições de Cauchy-Riemann que regulam as relações existentes entre a componente real α e a componente imaginária β de $\mathcal{G}$ (2).

3. Como sabemos estão tendo modernamente larga divulgação os métodos Operacionais. Distinguem-se fundamentalmente do Método de Fourier, por terem a preocupação dominante do estudo da alteração de forma das funções, ao passo que o primeiro estuda a alteração dos seus espectros.

Quer dizer, o Método de Fourier aplica-se fundamentalmente ao domínio frequencial; os métodos operacionais ao domínio temporal.

Os primeiros destes métodos que surgiram utilizavam a via indutiva. Neles se tentava reduzir os operadores complicados que apareciam na resolução dos problemas práticos, a combinações simples de operadores elementares, cuja acção sobre as funções se conhecia (3).

Depois dos trabalhos de Carson, porém, foi edificada uma estruturação matemática com base numa transformada, que transcreve os fenómenos do domínio temporal num espaço complexo de variável p.

As propriedades específicas das transformadas, que são funções de variável complexa, nomeadamente os seus polos e os seus zeros, condicionam duma maneira completa as características das redes (4).

Para as transformadas são válidas ainda as leis vulgares da corrente alternada, substituindo nestas $j\omega$ por p.

A fase e o factor de transferência ficam assim associados duma maneira íntima, e exercem a sua acção conjunta no resultado final.

A ideia básica dos métodos operacionais consiste em determinar a resposta temporal da rede, quando se lhe aplica a função unidade $\Upsilon(t)$.

II — Estudo de algumas características de atenuação

1. Vamos estudar agora algumas das respostas de frequência (características de atenuação) mais conhecidas, e que se aplicam sobretudo no domínio das radiofrequências em amplificadores com sintonias escalonadas. Este estudo incidirá porém sobre as suas respostas «análogas» (5), as quais tomam como referência não as frequências portadoras, mas o zero, como é da prática corrente no estudo das comunicações com portadoras.

Trataremos portanto de respostas do tipo «passa baixo», análogas de respostas do tipo «passa faixa».

As funções de rede correspondentes às respostas que vamos considerar só têm polos como pontos singulares.

O primeiro tipo interessante de função é designado por «Função o mais plana possível», e para que a resposta de frequência correspondente seja de facto o mais plana possível, os polos da função devem estar dispostos sobre uma circunferência como se indica na fig. 1.

A este tipo de resposta de frequência chama-se também resposta «tipo B» (Butterworth) (6).

(2) Ver referência N.º 1 da Bibliografia.

(3) Ver referência N.º 2 da Bibliografia.

(4) Ver «Polos e Zeros das Funções de Rede», Técnica de Junho, 1956.

(5) Ver as condições de «analogia» na Referência N.º 3 da Bibliografia.

(6) «Maximally flat frequency response»

O MATERIAL DE ILUMINAÇÃO FLUORESCENTE ACEC

CIENTÍFICAMENTE ESTUDADO E VERIFICADO, OFERECE AS MAIS COMPLETAS GARANTIAS DE ALTA

QUALIDADE

LÂMPADAS
BALASTROS
ARRANCADORES
ARMADURAS

UMA DAS FASES DE FABRICAÇÃO DE LÂMPADAS FLUORESCENTES ACEC

ACEC - ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE CHARLEROI

REPRESENTANTES GERAIS

INEL - INDÚSTRIAS ELÉCTRICAS ASSOCIADAS

SEDE EM LISBOA: RUA RODRIGO DA FONSECA, 76, 4.º
TELEF. 730161/2/3/4/5 — TELEG. INELA—LISBOA
DELEGAÇÃO NO PORTO: RUA DE SANTA CATARINA, 470
TELEF. 28841, 28842 e 28843—TELEG.: INELAPO-PORTO

ACEC CHARLEROI

TELEF 20334 - LISBOA

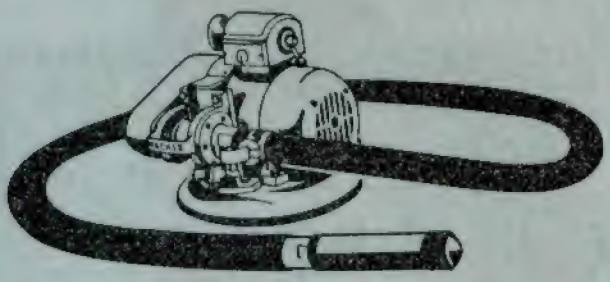
EQUIPAMENTOS para:

- indústria alimentar
- indústria farmacêutica
- indústria metalúrgica
- indústria química

CONSULTE OS NOSSOS SERVIÇOS TÉCNICOS E COMERCIAIS, SEM COMPROMISSO, SEMPRE QUE DESEJE ADQUIRIR EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

Sociedade Avanço Limitada

O vibrador eléctrico WACKER, tipo IRTA



Caracteriza-se pelo seu elevado rendimento e robustez

— Capacidade até 15 m³ de betão / hora.
— 9.000 vibrações / minuto.
— Agulhas vibradoras intercambiáveis de 35, 50 e 75 mm ø.

Vibradores e vibro-aplicadores em stock na:

DELEGAÇÃO PORTUGUESA

S. I. M. E. T.

Sociedade de Intercâmbio Mercantil e Equipamento Técnico, Lda.

Rua Rodrigues Sampaio, 21, 3.º - porta B — LISBOA
Telef. 58882 - 50871 — Telegr. "SIMETEL"

J. B. FERNANDES & C.ª, L.DA

CASA FUNDADA EM 1781

Telefones P. P. C. 32591/5

Largo de S. Julião — LISBOA

*

Sempre em "stock" aos melhores preços:

— Tubos para água, galvanizados e pretos.
— » de aço sem costura para alta pressão.
— » » » » » » vapor.
— » » » para caldeiras.
— » » largos diâmetros para poços.
— » » cobre, latão, de aço inox.
— Acessórios para tubos.
— Chapa de aço inoxidável.
— » » ferro chumbado.
— » macia super-estanhada.
— » galvanizada, lisa e ondulada.
— » de alumínio ondulada para cobert.
— » » ferro, fina, média e grossa.
— » » » xadrez.
— » » metal Muntz para barcos.
— » » zinco e de chumbo.
— » » alumínio.
— » » cobre.
— » » latão.
— Folha de Flandres.
— Bronze fosforoso de fundição centrifugada em casquilhos e cavilhas.
— Bronze manganês para veios.
— Metal antifricção inglês.
— Arco galvanizado para vazilhame.
— Barramento de ferro em todos os perfis.
— Arco de tanoeiro.
— Arames vulgares, de ferro e zincados.
— Arames de aço inoxidável, de bronze, latão e cobre.
— Ferramentas «BELZER», nas mais modernas concepções para a indústria.
— Brocas, Mandris, Machos e Buchas marca «MAY».
— Solda de todos os tipos para metais ferrosos e não ferrosos.
— Cabos de aço e inoxidável.
— Correntes de ferro e de aço.
— Aparelhos diferenciais.
— Aparelhos eléctricos, de furar, ventoinhas, esmeriladoras, etc.
— Guilhotinas e saca-bocados.
— Macacos hidráulicos.

VASTÍSSIMO SORTIDO DE: FERRAMENTAS, AÇOS, FERRAGENS E METAIS

Lingotes de Bronze / Latão
Cobre-fósforo / Zinco / Estanho
Chumbo / Antimónio, etc.

CUTILARIAS DAS MELHORES MARCAS

ARTIGOS DOMÉSTICOS

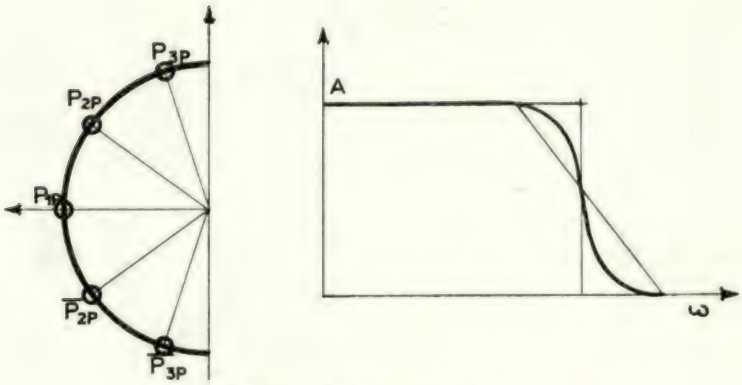


Fig. 1 — Resposta «tipo B»

Se a distribuição dos polos se não fizer segundo uma circunferência, mas sim segundo uma elipse de eixo maior coincidente com $j\omega$ temos a resposta «tipo C» (Chebyshev) (7).

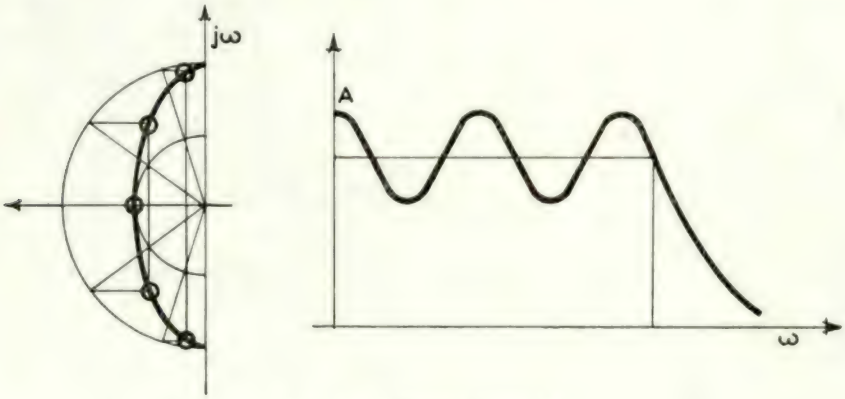


Fig. 2 — Resposta «tipo C»

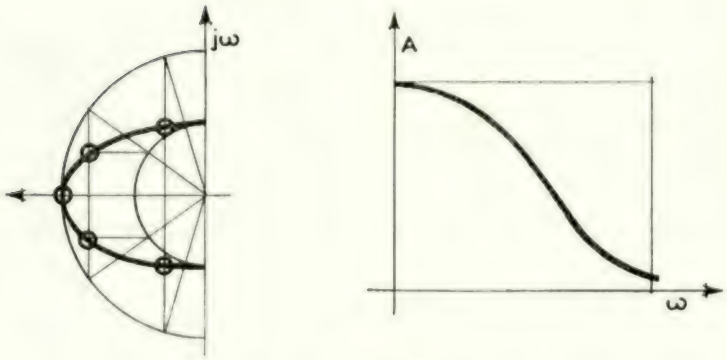


Fig. 3 — Resposta tipo «A»

Esta resposta apresenta uma ondulação em torno dum valor constante do factor de tranferência.

Finalmente um outro tipo de resposta de frequência que pode ter interesse é a resposta «tipo A», estabelecida por R. M. Fano (8).

A mais interessante das respostas anteriores é a do «tipo C». Vamos estudá-la portanto em pormenor, utilizando os dois métodos que temos vindo a comparar.

O problema consiste em determinar a resposta

(7) ou Tchebyschev.

(8) R. M. Fano: On a class of Transfer Functions Suitable for Video Networks, a report of the Research Laboratory of Electronics.

transitória duma rede, cuja resposta de frequência tem o aspecto da fig. 2.

2. Apliquemos primeiro a análise de Fourier. O efeito da existência de ondulações do factor de transferência na resposta transitória foi já estudado por Kupfmüller, que utilizou exactamente o método que vamos seguir.

Consideremos assim a característica de frequência

$$\begin{cases} A = 1 - \alpha + \alpha \,.\, \cos n\, 2\pi \dfrac{\omega}{\omega_g} \\ a = \omega t_0 \end{cases} \qquad \ldots (3)$$

representada ao lado na fig. 4, e que tem o aspecto duma resposta «tipo C».

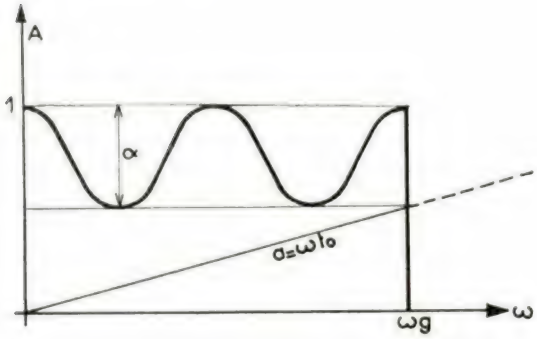


Fig. 4 — Função ondulada de Kupfmüller

Se aplicarmos a função unidade

$$\sigma_0(t) = \Upsilon(t) = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi}\int_0^{\infty} \frac{\operatorname{sen}\omega t}{\omega}\, d\omega$$

a uma rede com tal característica, obtemos à saída a função

$$s_2(t) = \frac{1}{2} + \frac{1-\alpha}{\pi}\int_0^{\omega_g} \operatorname{sen}\omega(t-t_0)\,\frac{d\omega}{\omega} +$$

$$+ \frac{\alpha}{\pi}\int_0^{\omega_g} \cos n\, 2\pi \frac{\omega}{\omega_g} \,.\, \operatorname{sen}\omega(t-t_0)\,\frac{d\omega}{\omega}$$

ou, se fizermos $x = \omega_g \,.\, (t - t_0)$,

$$s_2(x) = \frac{1}{2} + \frac{1-\alpha}{\pi} S_i(x) +$$

$$+ \frac{\alpha}{2\pi}\left[S_i(x) + n\, 2\pi) + S_i(x - n\, 2\pi)\right]$$

ou

$$s_2(x) = (1-\alpha)\left[\frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} S_i(x)\right] + \frac{\alpha}{2}\left[\frac{1}{2} +\right.$$

$$\left. + \frac{1}{\pi} S_i(x + n\, 2\pi)\right] + \frac{\alpha}{2}\left[\frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} S_i(x - 2\pi)\right]$$

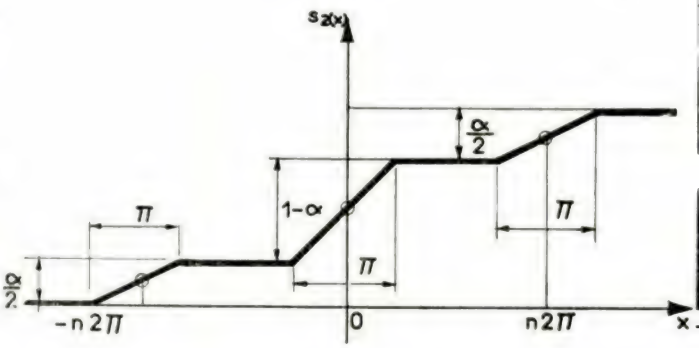


Fig. 5 — Resposta à função unidade correspondente às características da fig. 4

Na fig. 5 indica-se a representação esquemática desta resposta transitória, na qual é possível distinguir três respostas sucessivas a escalões elementares.

3. Utilizemos agora a Análise Operacional. A função de rede correspondente à distribuição de polos indicada na fig. 2, que origina a resposta, «tipo C» da mesma figura, é a seguinte:

$$F(p) = 1 / [(p + 0{,}06 - j\,0{,}95)\,(p + 0{,}06 +$$

$$+ j\,0{,}95)\,(p + 0{,}146 - j\,0{,}59)\,(p + 0{,}146 +$$

$$+ j\,0{,}59)\,(p + 0{,}18)] \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

A resposta transitória (resposta à função unidade $1/p$) correspondente a esta função, que se calcula utilizando o integral complexo de Mellin-Fourier e o teorema dos resíduos, é depois de feitas todas as simplificações,

$$s_2(t) = 10 + 0{,}84\, e^{-0{,}06\,t} \operatorname{sen}(0{,}95\,t - 1{,}4) +$$

$$+ 2{,}5\, e^{-0{,}146} \operatorname{sen}(0{,}59\,t - 3{,}6) - 10{,}26\, e^{-0{,}18\,t}$$

Também por processos puramente geométricos seria possível chegar a esta resposta directamente, a partir da representação dos polos da função.

A representação gráfica do resultado obtido encontra-se feita na fig. 6. Não é possível agora descobrir respostas a escalões elementares.

O que ressalta da análise da resposta transitória é sim a contribuição de cada um dos pares de polos complexos conjugados, e do polo real.

Da mesma distribuição de polos da fig. 2 é possível extrair geomètricamente a resposta ou característica de fase ponto por ponto, e analìticamente pode obter-se da expressão (4). Mas também é possível construi-la somando a contribuição para a fase de cada um dos pares de

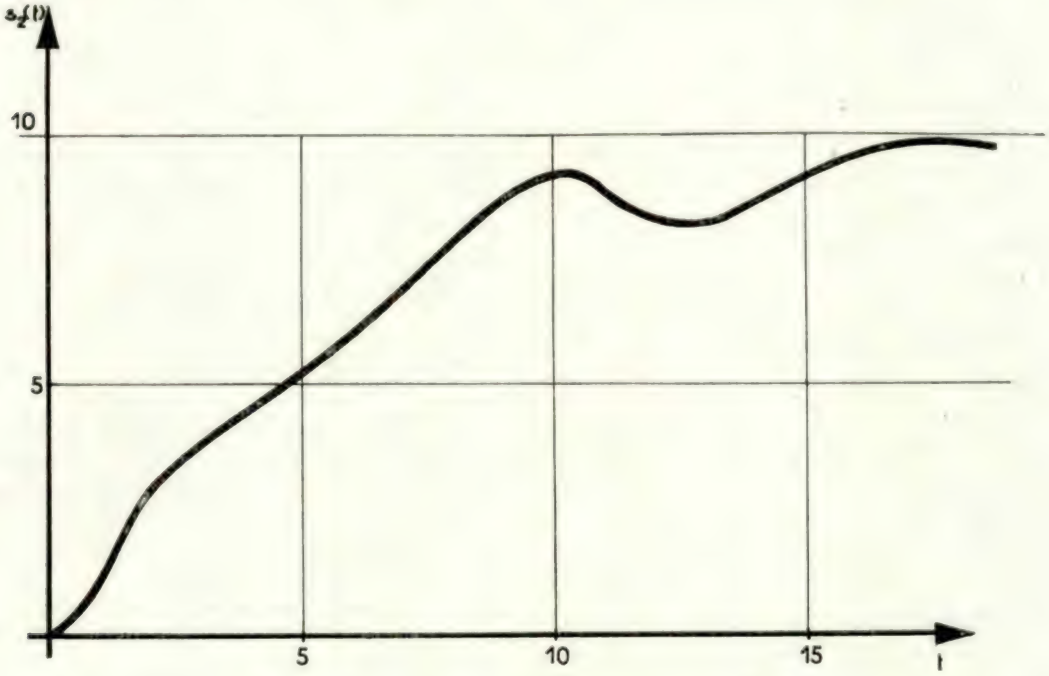


Fig. 6 — Resposta transitória correspondente à Fig. 2

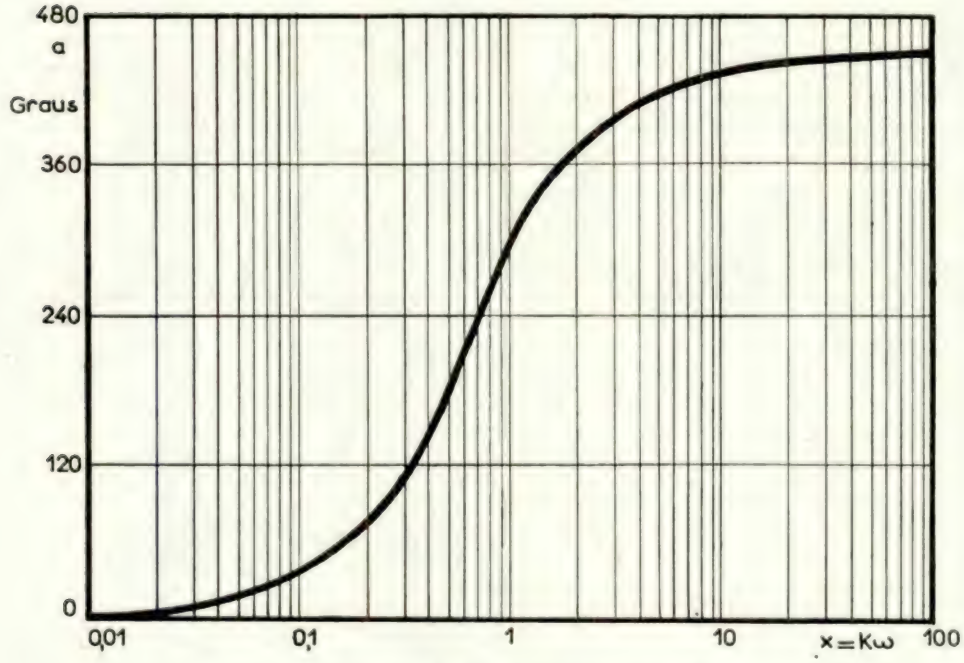


Fig. 7 — Resposta de fase correspondente à Fig. 2

O modo dominante da resposta é fornecido pelo par complexo menos afastado do eixo imaginário.

polos presentes, e do polo real. Obteve-se assim a resposta de fase indicada na fig. 7, que como é natural se afasta sensìvelmente da variação linear.

III — Conclusões

O efeito que uma ondulação do factor de transferência $A(\omega)$ pode ter na resposta transitória duma rede fìsicamente realizável, não pode ser determinado fàcilmente,

Admitindo uma variação de fase do tipo $a = \omega t_0$ seremos levados a concluir que tal ondulação provoca o aparecimento de degraus na resposta à função unidade, como vimos atrás, ou de impulsões «ecos» numa resposta impulsional.

Esta hipótese da linearidade da fase afasta-se porém da realidade física.

De facto, se quisermos realizar uma rede com uma resposta de frequência que apresente tal forma, teremos de dispor os polos da função de rede como indicámos atrás. A partir das suas posições podemos determinar os valores dos parâmetros que intervêm na montagem (R, L e C) e o tipo desta, mas a resposta de fase não será nunca linear.

E se introduzirmos nas determinações a resposta de fase correcta, é impossível reconhecer a existência dos ecos que acima apontámos.

Vemos portanto o papel decisivo que a característica de fase desempenha na síntese de redes.

Uma consequência prática do que acabamos de ver, de relevante importância, é o que se passa quando se pretende alargar a faixa dum dado amplificador, problema que surge por exemplo quando se realiza a adaptação de aparelhagem de televisão dum dado sistema, para funcionar com outro de maior definição.

O simples facto de alargar a faixa não é suficiente, porque, para os mesmos elementos de circuito, a fase altera-se completamente, e sendo outra a função de rede, também a resposta transitória se modifica.

Em geral o andamento da resposta de fase afasta-se ainda mais da linearidade, e a ultrapassagem aumenta, pelo que é necessário um estudo cuidadoso para tentar restabelecer as condições iniciais.

BIBLIOGRAFIA

1 — «Network Analysis and Feedback Amplifier Design», by H. Bode — D. van Nostrand, N. Y., 1945.

2 — «Laplace Transforms for Electrical Engineers», by B. J. Starkey — Illiffe, 1954.

3 — «Théorie des Circuits Impulsionnels», par H. Borg — Ed. de la Revue d'Optique, 1953.

4 — «Amplitude - Frequency Characteristics of Ladder Networks», by E. Green — Marconi's Wireless Telegraph Co., 1954.

5 — «Die Systemtheorie der Elektrischen Nachrichtenübertragung», von Karl Küpfmüller — S. Hirzel Verlag Stuttgart, 1949.

6 — «Automatisme. Régulation Automatique. Servomécanismes», par V. Broïda — Dunod, 1957.

7 — «Television Engineering Handbook», by D. G. Fink — Mac Graw Hill, 1957.

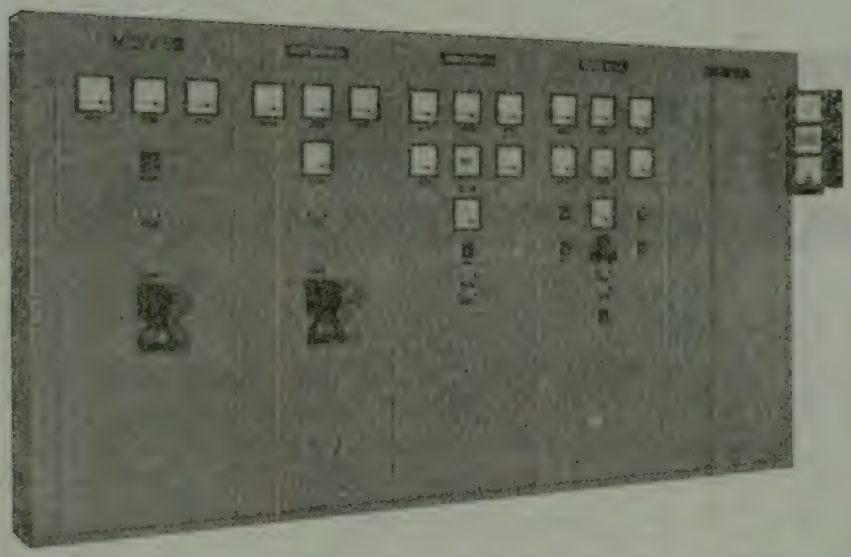
8 — «Circuit Theory and Design», by John L. Stewart — J. Willey and Sons, New York, 1956.

9 — «Electronic Circuits», by Thomas L. Martin, Jr. — Prentice-Hall Inc., New York, 1955.

10 — «The Effect of Pole and Zero Locations on the Transient Response of Linear Dynamic Systems, by J. H. Mulligan — Procedings of IRE, Maio, 1949.

40 Anos de experiência em electricidade industrial

ESTUDOS
MONTAGENS
CONSTRUÇÕES
REPARAÇÕES



Quadro geral da Central de DIO (Índia Portuguesa), construído nas n/ oficinas

Executamos :

- Centrais e Postos de Transformação
- Redes eléctricas
- Quadros de todos os tipos
- Instalações em edifícios públicos
- Instalações eléctricas industriais. Tipo estanque normal, flame-proof e para ambientes corrosivos
- Equipamentos para pontes rolantes, gruas e guindastes
- Instalações para bordo

D. MOURA, Succs. Lda.

R. TRINDADE, 18-A — LISBOA

TELEF. 21 406 / 20 976 / 23 387

UNILENE

Características:

Leveza; grande resistência ao choque, esmagamento e abrasão; boa flexibilidade; grande estabilidade dimensional; perdas de carga mínimas; imunidade à incrustação, insensibilidade às baixas temperaturas; resistência aos ácidos minerais, alcalis e soluções salinas, inatacabilidade por fungos ou roedores. Não tóxico.

Restrições:

A temperatura máxima de serviço contínuo é de 50° C.

Aplicações:

Construção Civil, Indústria Química, Condutas desmontáveis ou fixas para cerveja, agricultura, vinicultura, sulfato para as vinhas, estábulos, nitreiras, centrais leiteiras, sumos de frutos, águas ácidas, água salgada ou calcárea, condutas de água e ar nas minas, pedreiras, etc.

UNILENE

SOCIEDADE FABRIL DE MATÉRIAS PLÁSTICAS

PORTO
RUA DO HEROÍSMO, 291
Tele { gramas UNISOTRA
fone (prov.) 5 2102

LISBOA
RUA DA EMENDA, 19
Tele { gramas UNISOTRA
fone 2 0448 - 36 7488 - 36 7489

C. D. U. 691.52

ESTUDO DOS INERTES DA REGIÃO DE LISBOA

POR

ÚLPIO NASCIMENTO
Investigador do Laboratório Nacional de Engenharia Civil

ABEL SIMÕES
Assistente do Laboratório Nacional de Engenharia Civil

E

COELHO NUNES
Engenheiro da Repartição de Arruamentos da Câmara Municipal de Lisboa

Este trabalho resume os resultados dum estudo efectuado em 1952 pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil a pedido e com a colaboração da Repartição de Arruamentos da Câmara Municipal de Lisboa. O respectivo programa de estudo inclui não só os inertes artificiais, únicos aqui tratados, mas também os inertes naturais a estudar numa segunda fase. Entretanto, independentemente do prosseguimento do estudo, pareceu haver interesse em divulgar os resultados já obtidos mesmo que ulteriormente haja que completá-los em face dos novos ensaios.

O Laboratório Nacional de Engenharia Civil agradece à Câmara Municipal de Lisboa o apoio e colaboração prestados e às entidades que exploram as pedreiras as facilidades concedidas para a realização deste estudo.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1. *Classificação dos aglomerados pétreos.* — Os principais constituintes dum aglomerado são o *inerte*, formado por grãos sólidos sem quaisquer ligações entre eles, e o *aglutinante* que promove a ligação dos grãos do inerte de modo a dar coesão ao conjunto.

O inerte caracteriza-se pelas propriedades *petrográficas* do material que o constitui (composição química, cristalização, textura, etc.), pela *forma* e *granulometria* dos seus grãos e ainda pela *maneira de os fabricar*.

No quadro I classificam-se os aglomerados tomando por bases as suas características mais gerais, isto é, o tipo de aglutinante e a granulometria do inerte.

Os aglutinantes usuais podem agrupar-se em quatro tipos principais: a *água*, as *cais* e *gessos*, o *cimento* e o *betume*. As granulometrias dos inertes são constituídas por grãos de vários diâmetros que vão desde as argilas às pedras, conforme a classificação que se apresenta no quadro II e na fig. 1.

2. *Propriedades dos aglomerados.* — As principais propriedades dos aglomerados pétreos são a *resistência*, a *duração* e o *custo*.

A resistência é um conceito complexo que envolve o *comportamento* do material às *solicitações de carga*, desgaste e *intempéries*.

A avaliação quantitativa desse comportamento é feita pela medição das *deformações*, *desagregações* e *alterações* físicas ou químicas experimentadas pelo material. No quadro III apresenta-se a classificação dos parâmetros com que é usual avaliar as solicitações e o consequente comportamento dos materiais.

Além das solicitações indicadas, outras há mais complexas resultantes da sobreposição de solicitações simples: citam-se como exemplos a *carga triaxial*, o *trânsito* e a *erosão*.

A variável independente comum a todos estes parâmetros é o *tempo* pois que é no decorrer do tempo que as solicitações sobre o material vão determinando o comportamento respectivo.

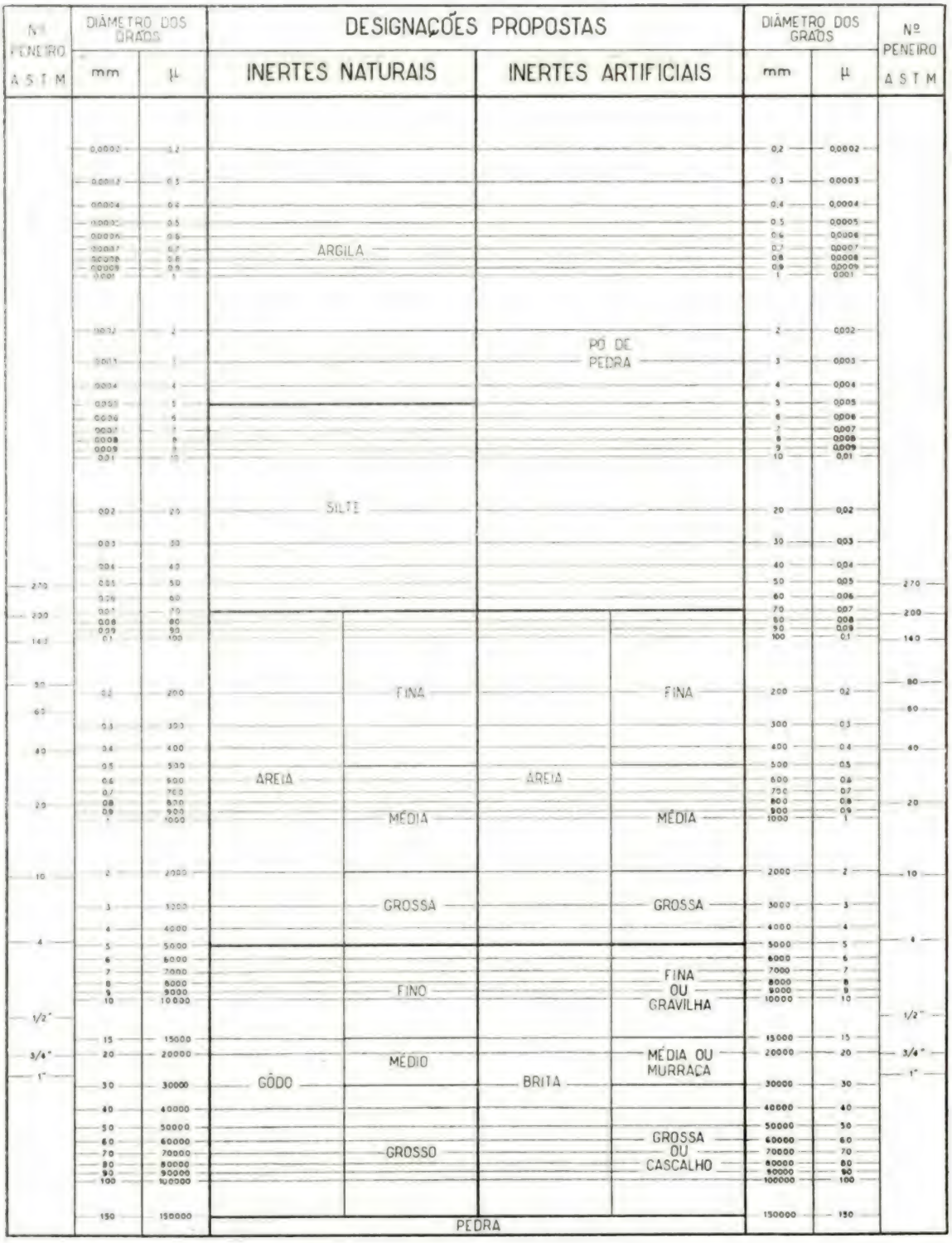


Fig. 1 — Classificação dos grãos dos inertes quanto ao seu diâmetro

Duração económica dos aglomerados será o tempo durante o qual o seu comportamento é, com a necessária *segurança*, compatível com a utilização que dele se faz.

O *custo* implica a consideração de três grandezas: *custo inicial*, duração económica e custo da *conservação* anual do aglomerado.

QUADRO I

CLASSIFICAÇÃO DOS AGLOMERADOS PÉTREOS

AGLUTINANTE	GRANULOMETRIA DO INERTE				
	Argila	Silte ou pó de pedra	Areia	Brita ou godo	Pedra
Água	S O L O S	M A C A D A M E S	ENROCAMENTOS E CALÇADAS	ALVENARIA DE PEDRA E BARRO	
Cal e gesso	E S T U Q U E S	A R G A M A S S A S	B E T Õ E S D E C A L	ALVENARIA DE PEDRA E CAL	
Cimento	S O L O — C I M E N T O	A R G A M A S S A S	B E T Õ E S D E C I M E N T O	ALVENARIAS HIDRÁULICAS	
Betume	SOLO — BETUME	MASTIQUES E ARGAMASSAS	BETÕES BETUMINOSOS	ALVENARIAS BETUMINOSAS	

QUADRO II

CLASSIFICAÇÃO DOS GRÃOS DOS INERTES QUANTO AO SEU DIÂMETRO

DESIGNAÇÃO		DIÂMETROS (mm)
Inertes naturais	Inertes britados	
Argila	Pó de pedra	0 — 0,005
Silte		0,005 — 0,07
Areia	Areia	0,07 — 5
Godo	Brita	5 — 150
Pedra	Pedra	> 150

O custo anual médio será a soma das duas seguintes parcelas:

$$\text{Custo anual} = \frac{\text{Custo inicial}}{\text{Duração económica}} + \text{Conservação} \qquad (1)$$

O progresso no fabrico de aglomerados consiste pois no constante aumento da sua resistência, isto é, na adaptação do seu comportamento às solicitações específicas da sua utilização, em condições de máxima duração e mínimos dispêndios inicial e de conservação.

Analisemos seguidamente com mais pormenor o conceito de resistência.

QUADRO III

CLASSIFICAÇÃO DAS SOLICITAÇÕES SOBRE OS AGLOMERADOS E DO RESPECTIVO COMPORTAMENTO

Solicitações	Comportamento
— *Cargas :*	— *Deformações :*
Compressões	Extensões
Tracções	Deslisamentos
Corte	Deslocamentos
— *Desgaste :*	— *Desagregações :*
Atrito	Superficiais
Choque	Mássicas
— *Intempéries*	— *Alterações :*
Temperatura	Segregações
Humidade	Físicas
Radiações	Químicas

3. *Resistência dos aglomerados.* — O estudo da resistência dos aglomerados compreende como se viu a consideração de três tipos de solicitações (cargas, desgaste e intempéries) e os três consequentes tipos de comportamento (deformações, desagregações e alterações).

As relações entre estas solicitações e o comportamento que determinam são usualmente estudadas pelos três tipos de ensaio seguintes:

— *Ensaios de carga :* compressão, tracção, flexão, corte, triaxial, etc.

— *Ensaios de desgaste :* por atrito (máquina de Dorry), por moedura (máquinas de Deval e Los Angeles), etc.

— *Ensaios de envelhecimento :* Secagem e molhagem, gelo e degelo, temperatura, ultravioletas, etc.

Destes três tipos de ensaio são os de carga os mais representativos da resistência. Por essa razão há tendência em estudar por seu intermédio a acção do envelhecimento ou mesmo prever o seu comportamento ao desgaste. Um ensaio de carga consiste na aplicação de cargas ao provete a ensaiar medindo as deformações correspondentes de modo a poder estabelecer-se por meio dum *diagrama de carga* uma relação entre as tensões e as deformações consequentes.

Na fig. 2 apresenta-se um diagrama típico de compressão e as suas principais características que são a *tensão*, a *extensão*, o *módulo de elasticidade* e a *tensão de rotura*.

A definição de tensão de rotura oferece, para certos diagramas de carga, algumas dificuldades. Na curva A da fig. 2, por exemplo, a definição da tensão de rotura não oferece dificuldade : é a tensão assintótica do diagrama, ou por outras palavras, é a tensão para a qual as deformações se fazem a tensão constante.

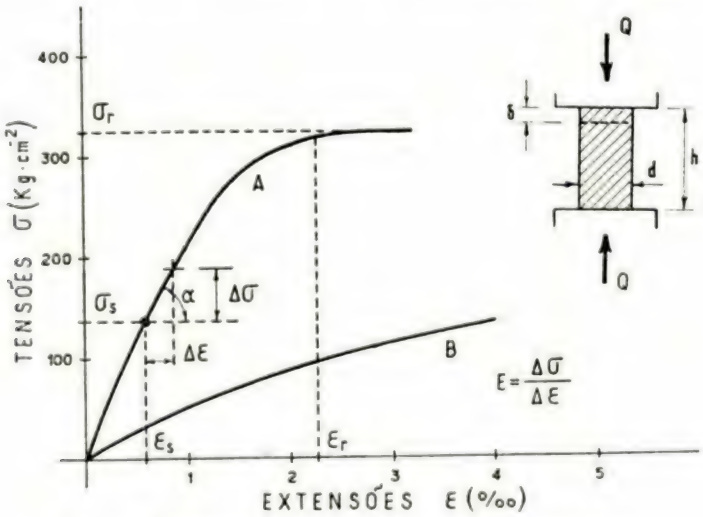
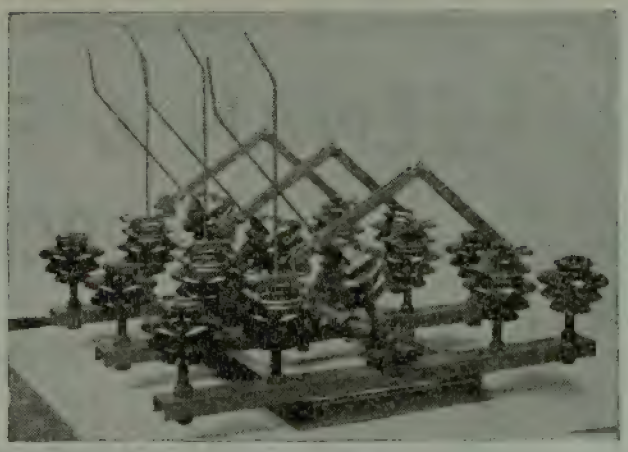


Fig. 2 — Diagrama de compressão e suas características

Para um diagrama com o andamento do diagrama B da mesma figura, para o qual as tensões são sempre crescentes com as extensões, já a definição de tensão de rotura é mais imprecisa; pode neste caso ter-se que entrar em linha de

MATERIAL DE ALTA TENSÃO

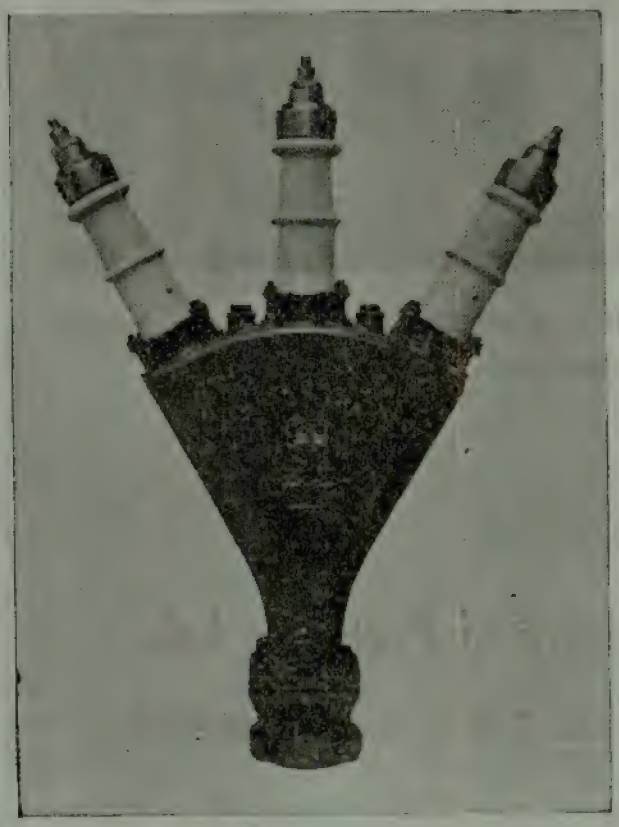


JAYME DA COSTA, L.DA

LISBOA
RUA DOS CORREEIROS, 14

PORTO
PRAÇA DA BATALHA, 12

LUANDA
CAIXA POSTAL 5174

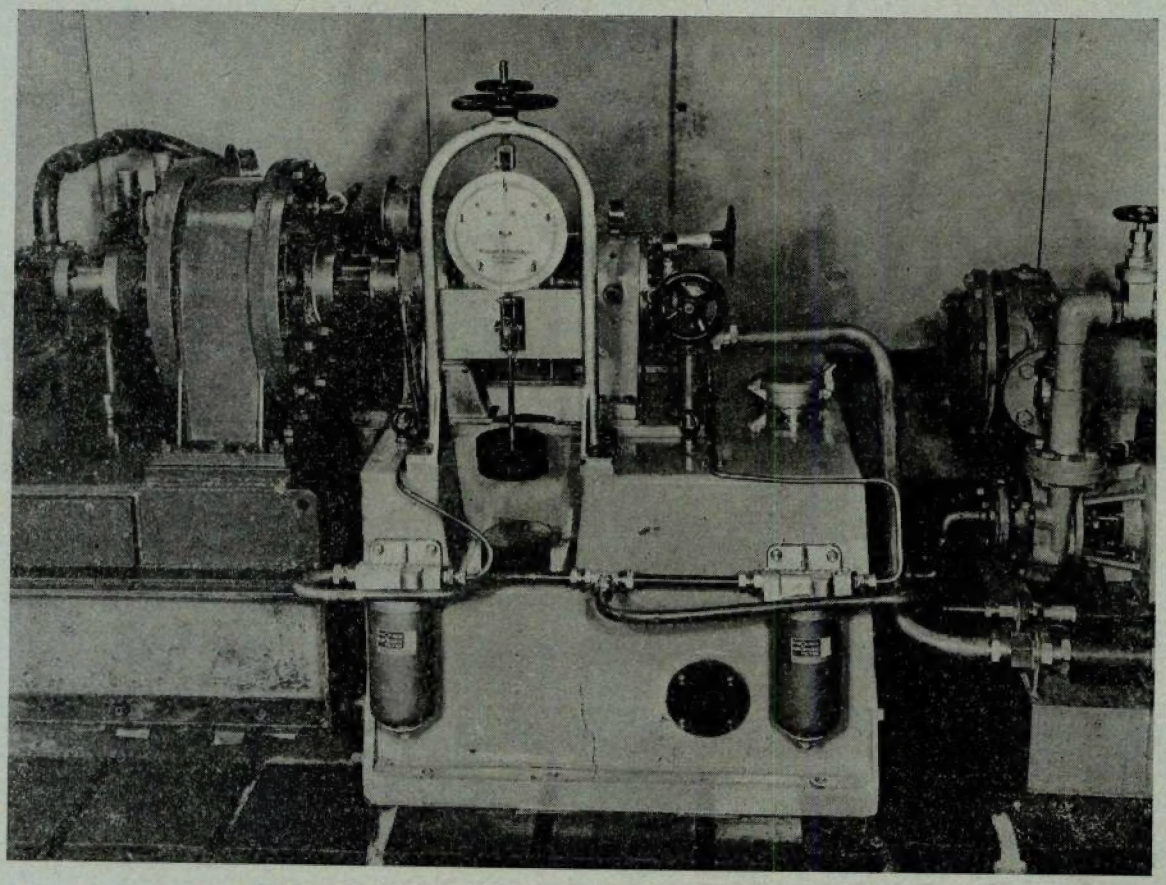


ENTREGAS RÁPIDAS

HEENAN & FROUDE, LTD.

WORCESTER

fabricantes de equimamento de ensaio dinamométrico



Freio para o ensaio de turbinas até 100 H. P. e 65000 R. P. M.; potência absorvida por fricção de lâmina de óleo entre rotor e stator

REPRESENTANTES:

The Engineering Company of Portugal, Lda.

Rua dos Remolares, 12-1.º Tel. 32991/2/3 LISBOA

conta com outras circunstâncias tais como reversibilidade das deformações, variabilidade do módulo de elasticidade, etc., cuja consideração está fora do propósito deste trabalho.

Estas características de resistência do aglomerado não se mantêm porém constantes através do tempo.

Na fig. 3, a) apresenta-se por exemplo um possível tipo de variação da tensão de rotura com o tempo contado a partir do instante da moldagem (ponto 0). A tensão de rotura cresce em geral com o tempo e tenderia assintòticamente para um valor máximo (curva O B C D), se a partir de dada altura (ponto C) se não começassem a fazer sentir na resistência os efeitos das alterações e desagregações produzidas pelas intempéries.

Por essa razão a tensão de rotura começa a decrescer e, em princípio, acabará mesmo por se anular ao fim de algum tempo por muito longo que seja (curva C E F G).

4. *Critério de segurança na selecção dos aglomerados.* — Os ensaios de resistência dos aglomerados parecem ser aqueles que, quando não varia o aglutinante, dão melhor conta global do comportamento dos inertes que o constituem. Esta resistência é usualmente determinada pela *tensão de rotura* σ_r, medida num ensaio de compressão simples; e a aptidão do aglomerado é estabelecida comparando tal tensão com a *tensão de utilização* σ_u a que se julga que o aglomerado vai ficar submetido na obra. Essa comparação é feita por meio do *coeficiente de segurança* S, definido pela relação $\frac{\sigma_r}{\sigma_u}$.

Se a obra estiver bem concebida, isto é, se ela satisfizer com eficiência as necessidades a que se destina, aquele coeficiente de segurança é o produto de dois factores que traduzem um deles, a imprecisão da definição quantitativa da tensão de rotura (coeficiente de segurança em relação à rotura), e outro, a mesma imprecisão em relação à tensão de utilização (coeficiente de segurança em relação à utilização).

Para diminuir os coeficientes de segurança finalidade económica a atingir, importa pois definir com a possível precisão as tensões de rotura e de utilização; as primeiras por ensaios laboratoriais, as segundas pela observação sistemática e quantitativa das obras reais.

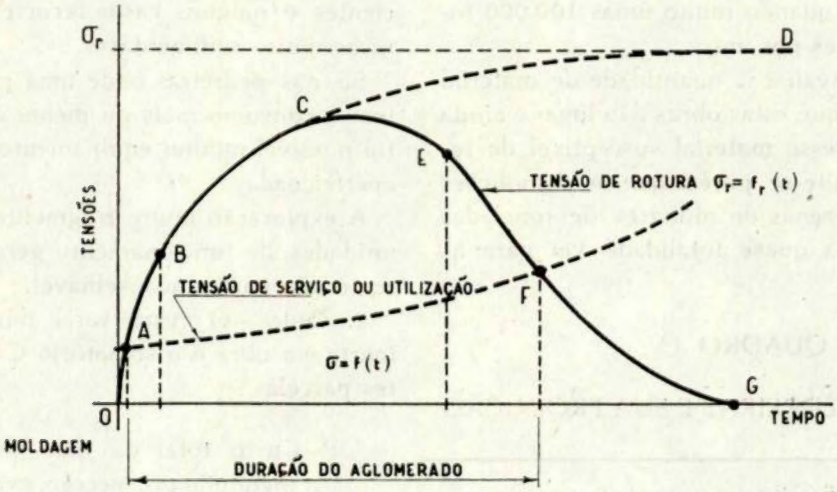


Fig. 3 — Duração dos aglomerados

CAPÍTULO II

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE A PRODUÇÃO DOS INERTES

1. *Produção.* — O ciclo descrito pelos materiais inertes duma grande cidade como Lisboa não consta apenas de

Exploração → Britagem → Utilização

como nas obras rurais ou de pequenos centros urbanos; é necessário ampliá-lo com os resultados das demolições provenientes da constante renovação da cidade.

O esquema do ciclo será então

Exploração → Britagem → Utilização
↑
Demolições → Entulheira

Não se dispõe de elementos que permitam avaliar quantitativamente a importância de cada uma das fases deste ciclo. No quadro IV apresentam-se as produções anuais no distrito de Lisboa de 1947, 1948 e 1949 extraídas da Estatística Industrial [5]. A produção total de 1949, incluindo areeiros e pedreiras, atingiu cerca de 1,2 milhões de toneladas dos quais o calcáreo ocupa quase 1,0 milhão e os areeiros os restantes 0,2 milhões de toneladas.

É a construção de edifícios que absorve a maior parte desta produção. A pavimentação das ruas de Lisboa, à cadência duns 500.000 m² por ano, consumirá quando muito umas 100.000 toneladas de inertes por ano.

Não é fácil avaliar a quantidade de material de demolição a que estas obras dão lugar e ainda menos a parte desse material susceptível de recuperação. Admite-se porém que as demolições dêm algumas dezenas de milhares de toneladas anualmente, cuja quase totalidade vai para as entulheiras.

QUADRO IV

NÚMERO DE PEDREIRAS E SUA PRODUÇÃO

	Número de pedreiras		PRODUÇÃO ANUAL — Toneladas				
	Existentes	Em Exploração	Argila	Areia e Saibro	Basalto	Calcáreo	Granito
1947	542	221	58.000	116.000	26.000	640.000	500
1948	600	251	64.000	174.000	5:000	920.000	3.400
1949	649	248	55.000	200.000	8.000	980.000	5.940

No quadro X apresentam-se as principais pedreiras da região de Lisboa segundo elementos colhidos na Direcção-Geral de Minas.

Na fig. 4 mostra-se a respectiva localização.

Nos quadros V, VI, VII, VIII e IX, indicam-se as principais características da exploração destas pedreiras.

Como se vê prevalecem as pequenas unidades, pois que em 649 pedreiras estão instalados 84 motores com um total de 1.774 CV, isto é com um motor para 8 pedreiras e uma média de 27 cavalos por pedreira.

As instalações de exploração e britagem de inertes podem dividir-se em dois tipos: as *instalações de estaleiro* cujo funcionamento e produção estão condicionados a uma única ou poucas obras e as *instalações de venda* cujo funcionamento e produção estão condicionados ao mercado geral das obras.

As primeiras são geralmente de *produção intermitente* enquanto as segundas são de *produção contínua*. As melhores e mais eficientes instalações são sem dúvida as de produção contínua.

Nas figs. 21 a 32 apresentam-se alguns aspectos de pedreiras e areeiros da região de Lisboa.

Salvo poucas excepções as intalações são deficientes e nalguns casos recorrendo ainda a técnicas muito rudimentares.

Só nas pedreiras onde uma produção elevada tem o consumo mais ou menos assegurado é que foi possível montar equipamentos e usar técnicas aperfeiçoadas.

A exploração muito fragmentada em pequenas unidades de funcionamento geralmente intermitente não parece aconselhável.

2. *Custo.* — O custo total duma tonelada de inerte em obra é o somatório C das três seguintes parcelas:

P—Custo total da mão de obra aplicada incluindo prospecção, exploração, fabrico, cargas e descargas e aplicação em obra;

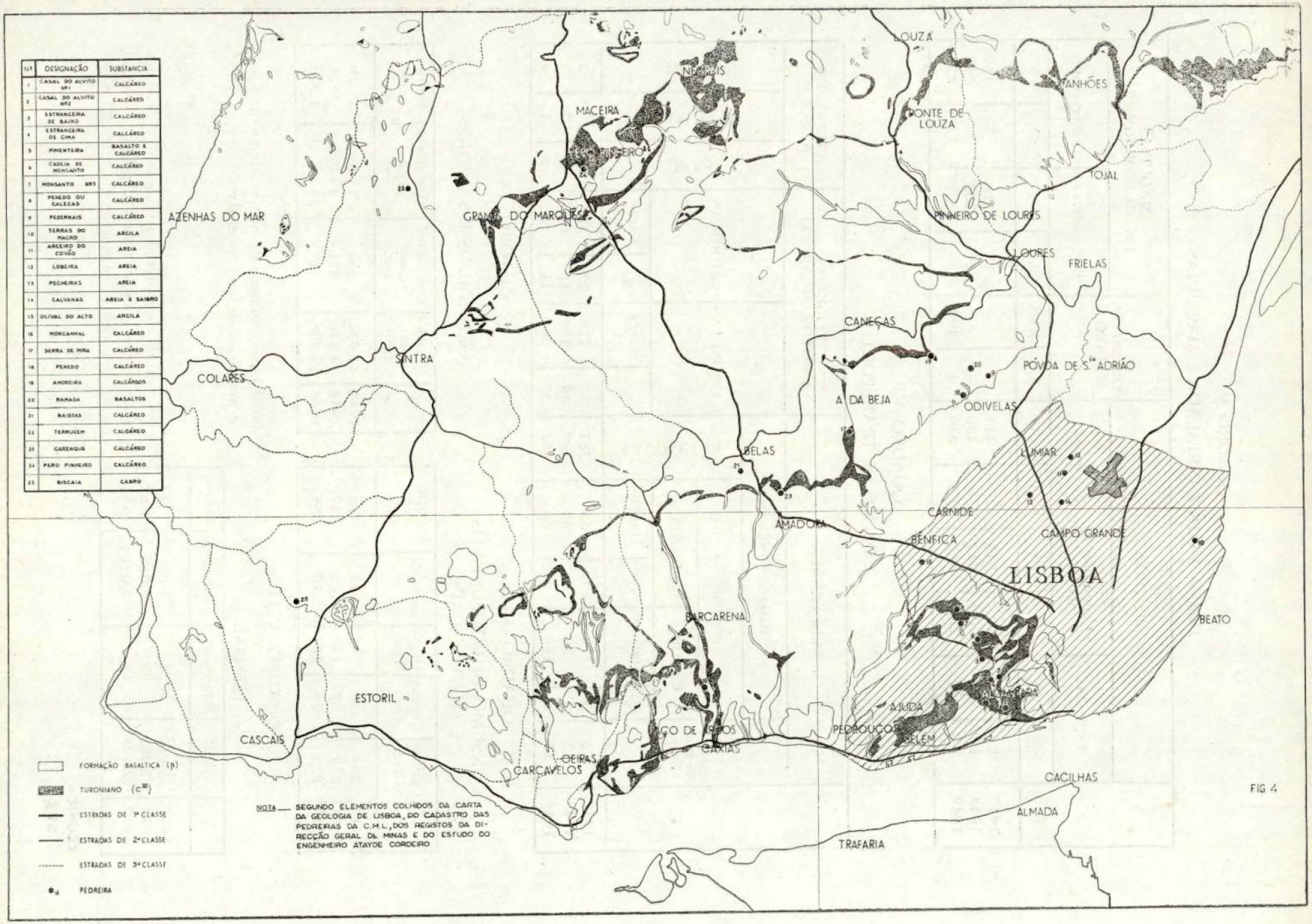
M—Despesas com amortização e funcionamento de maquinaria, ferramentas, utensílios, combustíveis, explosivos, energia, materiais, etc.;

T—Despesas com transportes desde a instalação de produção até ao local da aplicação.

A expressão do custo será

$$C = P + M + T \qquad (8)$$

A parcela de pessoal P pode exprimir-se simbòlicamente pelo produto do salário horário mé-



Nº	DESIGNAÇÃO	SUBSTANCIA
1	CASAL DO ALVITO Nº1	CALCÁREO
2	CASAL DO ALVITO Nº2	CALCÁREO
3	ESTRANGEIRA DE BAIXO	CALCÁREO
4	ESTRANGEIRA DE CIMA	CALCÁREO
5	PIMENTEIRA	BASALTO E CALCÁREO
6	CADEIA DE MONSANTO	CALCÁREO
7	MONSANTO Nº3	CALCÁREO
8	PENEDO OU CALEÇAS	CALCÁREO
9	PEDERNAIS	CALCÁREO
10	TERRAS DO MACRO	ARGILA
11	ARGEIRO DO COVÃO	AREIA
12	LOBEIRA	AREIA
13	PECHEIRAS	AREIA
14	CALVANAS	AREIA E SAIBRO
15	OLIVAL DO ALTO	ARGILA
16	MORCANHAL	CALCÁREO
17	SERRA DE MIRA	CALCÁREO
18	PENEDO	CALCÁREO
19	AMOREIRA	CALCÁREOS
20	RAMADA	BASALTOS
21	RAISTAS	CALCÁREO
22	TERRUCEM	CALCÁREO
23	CARENQUE	CALCÁREO
24	PERO PINHEIRO	CALCÁREO
25	BISCAIA	GABRO

Fig. 4